

# رحلة البيجل

الرحلة التي درست قواعد البيولوجيا

سمير حنا صادق



١٩٩٧



اهداءات ١٩٩٩  
المجلس الاعلى للثقافة  
ج.٥.٤

المجلس الأعلى للثقافة

# رحلة البيجل

الرحلة التي أرسى قواعد البيولوجيا

سمير حنا صادق



١٩٩٧

**إهداء**

إلى امبراطوريتي - امبراطورية «س»  
إلى سامية، سها ، سامر ، سلمى وسهيل  
والى العزيز رضا الذى أسعدنا بضم سها إليه  
أهدى هذا الكتاب

## مقدمة

اكتسب العلم أهمية قصوى فى النصف الثانى من القرن العشرين كمصدر للقوة والعزة، وكمنتج للرخاء والصحة، فأصبحت المعرفة العلمية قيمة هامة للإنسان العادى، وانشأت الدول المتقدمة المعاهد والمراكز الضخمة لمواصلة التقدم فى العلوم الأساسية وفى التطبيقات التكنولوجية، وخصصت وسائل الإعلام فى الدول المهتمة بسعادة ورفاهية أهلها محطات تليفزيون وجرائد لنشر المعرفة العلمية.

ولعل أكثر فروع العلوم أهمية للإنسان الآن هو علم البيولوجيا. فبعد أن حقق الإنسان طفرات هائلة فى تعرفه على ما حوله فى ميادين الفيزياء والفلك، أصبح من حقه فى المعرفة أن يعرف مزيداً عن نفسه، والطريق إلى ذلك هو التفهم الأعمق لعلوم البيولوجيا.

ويعتقد جانب كبير من المفكرين أنه إذا كانت العقود الماضية هى عقود رقائق السيليكون Microchip التى يصنع منها الكمبيوتر والتى أدخلتنا فيما نطلق عليه اسم «عصر المعلومات»، فإن العقود المقبلة هى عقود الهندسة الوراثية Genetic engineering والبيولوجيا الجزيئية Molecular biology والبيوتكنولوجى Biotechnology عموماً، وهى كلها ترتبط بعلم البيولوجيا.

ومنذ ما يزيد عن قرن، قدم داروين، بعد رحلة طويلة على سفينة الأبحاث «بيجل» تلتها دراسة مستفيضة لمدة عشرين عاماً، نظريته التى تجلعه، بما صنع للبيولوجيا، يعادل كبلر وجاليليو بما صنعوه للفلك، ونيوتن وأينشتاين بما صنعوه للفيزياء.



ويقول ناعوم تشومسكى، عالم اللغويات المعروف فى أحد أحدث كتبه «إن تقدم شعب من الشعوب يمكن أن يقاس بمدى تفهمه للتطور». ويقول ستيفن هوكنر، أهم علماء الفيزياء فى العصر الحديث، فى كتابه الرائع «تاريخ موجز للزمن» أنه «من المستحيل تفهم علم الفيزياء الآن دون أخذ تطور المخ البشرى وخواصه الأساسية ومقدراته التى تكونت خلال ملايين السنين من الانتخاب الطبيعى بالاعتبار».

وتخصص أهم متاحف العالم، كمتحف التاريخ الطبيعى فى كترنجتون بلندن ومتحف سميثسونيان بواشنطن، قاعات ضخمة لشرح التطور البيولوجى وآلياته ومعانيه لملايين من رواد هذه المتاحف. إذ لم يعد التطور نظرية، فكل الدلائل تؤكد، ولم توجد ظاهرة واحدة تنفيه، وقد أصبح موضعه فى العلم مثل كروية الأرض ودورانها حول نفسها وحول الشمس، وأصبح من يرفضه كمن يرفض هذه الحقائق.

وتكمن الأهمية التطور البيولوجى فى أنه، إلى جانب قيمته العلمية المطلقة، يضع أساساً صلباً للعديد من العلوم الهامة اللازمة لرخاء البشر وسعادتهم وصحتهم : ففى مجال العلوم الطبية مثلاً لا يمكن أن نتفهم بعمق علوماً مثل علم التشريح Anatomy، أو علم الكيمياء الحيوية Biochemistry، أو علم وظائف الأعضاء Physiology، أو علم الأمراض Pathology، أو علم الوراثة Genetics بدون تفهم التطور البيولوجى. وتصديق هذه المقولة على العديد من العلوم الأخرى كعلم الاجتماع Sociology، وعلم اللغويات Linguistics، ناهيك عن علم الإنسان Anthropology.

وعلاوة على المحتوى العلمى للنظرية، فإنها تثبت مفهوماً هاماً بل خطيراً : وهو أن التطور المستمر أو التغير إلى الأفضل والأحسن والأكثر مواكبة للبيئة حقيقة واقعة لا بد من التعايش معها. ولقد بدأت نظرية التطور برحلة البيجل...

## ١ - صاحب النظرية ورحلته

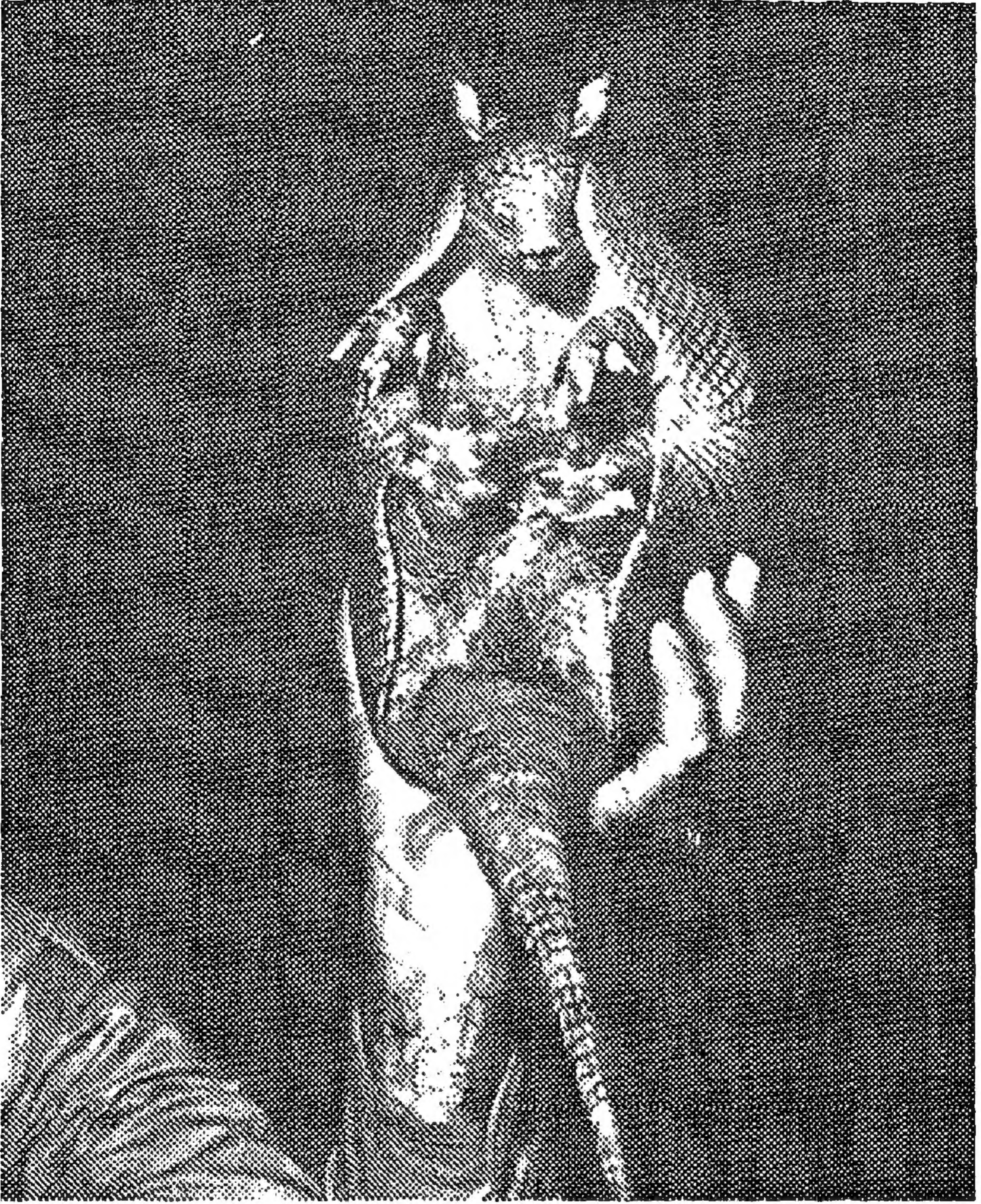
ولد تشارلز روبرت داروين في إنجلترا في ١٢ فبراير ١٨٠٩. كان والده طبيباً معروفاً وكانت والدته من أسرة غنية. لم يكن تشارلز حتى سن السادسة عشر يبشر بأي نجاح مهني، فقد كان، كما وصفه والده «يهوى الصيد ومطاردة الفئران والكلاب» وحاول والده إلحاقه بكلية الطب بأدنبره، ولكن تشارلز ترك أدنبرة بمجرد رؤية جثث الموتى وغرف العمليات. واتخذ والده قراراً بأن يصبح ابنه من رجال الدين، وأرسله إلى كامبريدج للحصول على المؤهل اللازم وأدى تشارلز واجبه نحو والده وأندمج في الدراسة بغير حماس واجتاز الامتحانات اللازمة وحصل على المؤهل.

تعرف داروين في أثناء دراسته بكامبريدج على العديد من علماء النبات والحيوان، وقرأ الكثير من الكتب في هذه المواضيع.

وجاءت لداروين فرصة عمره : فقد تقدم للانضمام، كباحث بدون مرتب، إلى طاقم سفينة الأبحاث «بيجل» Beagle وقبل طلبه. وبعد اعتراض من والده، ووساطة من والدته وأسرته، حصل داروين على موافقة مترددة من الوالد.

بدأت رحلة البيجل في ٢٧ ديسمبر ١٨٣١. في الجزء الأول من الرحلة قرأ داروين كتاباً لعالم الجيولوجيا لايل Lyell الشهير في ذلك الوقت. كان لايل يحاول أن يشبث في كتابه أن وديان وسهول الأرض قد نتجت عن الأمطار والرياح والزلازل والبراكين. وقد كانت هذه الحقائق العلمية البسيطة تدخل في تلك الأيام في مجال الكفر.





في ١٦ يناير ١٨٣٢ رست البيجل في ميناء «برايا» Praia في جزر كيب  
فرد Cape Verde Islands ورأى داروين في هذه الجزر لأول مرة في حياته  
شجر التمر هندي والموز والنخيل. وعندما بدأ داروين في دراسة جيولوجيا  
المنطقة، لاحظ في أحد التلال المواجهة للبحر طبقة بيضاء ترتفع مئات الأمتار



عن سطح البحر وتمتد أميلاً عديدة. وعندما تفقد هذه الطبقة وجدها مليئة بالأصداف البحرية المماثلة للأصداف الموجودة في قاع البحر في تلك المنطقة. وهكذا تأكد داروين بنفسه مما وصفه لایل في كتابه : وهو أن هذه المنطقة المرتفعة كانت في وقت من الأوقات غارقة في قاع البحر. وثبت في عقل داروين أن البيئة المحيطة في حالة تغيير مستمر.

سارت البيجل في طريقها إلى البرازيل وهي تسحب خلفها شبكة تجمع الحيوانات والنباتات البحرية التي كان داروين يضعها كل يوم محل دراسته المتعمقة. ويحفظ منها مئات النماذج لترسل لـإنجلترا لمزيد من الدراسة.

في مجرى الأنهر في الأرجنتين مر داروين بتجربة هامة: فقد اكتشف حفريات لحيوانات منقرضة. اكتشف أن أحدها (توكسودون Toxodon) يعادل الفيل حجماً ويشابه الخرتيت في الأسنان ومماثل فرس النهر في وضع الأذنين والعينين والأنف، مما يشير إلى أن هذا الحيوان كان يعيش في الماء. واكتشف أيضاً هياكل لحيوان ضخم يشابه الأرماديلو Armadillo الحديث الصغير الحجم. واكتشف أيضاً أسناناً لحصان مما يثبت أنه كان من حيوانات القارة ولكنه انقرض إلى أن وصل المستوطنون الأسبان بالحصان العربي. وكتب داروين في مذكراته «أن هذه حقيقة مذهلة في تاريخ الثدييات: أن يثبت أن بعضها قد وجد ثم اندثر».

ووصلت السفينة إلى ميناء «تيرا ديل فويجو» Terra del Fuego قرب القطب الجنوبي ورست هناك. ووجد داروين في هذه المناطق نوعاً غريباً من البشر، يسير عارياً في مياه شديدة البرودة. وسجل في مذكراته «أن هذا النوع من البشر مزود باستعداد بيولوجي لتحمل هذا العذاب». وبالفعل، ثبت فيما بعد ارتفاع معدل الايض (التمثيل الغذائي) عند هذا الجنس ليساعده على تحمل درجات الحرارة المنخفضة.

واكتسب داروين في زيارته لجزر «جالاباجوس» Galapagos Islands كثيراً من المعلومات. فهذه الجزر معزولة تماماً عن باقي القارات، وتتكون سطحها من صخور بركانية وهي قليلة النباتات. ووجد داروين في هذه الجزر نوعاً غريباً من السحالي لا يوجد مثيل له في أي مكان آخر، فقد كان حيواناً بحرياً يعيش على



النباتات المائية. واكتشف أيضا نوعا ضخما من السلاحف التي يصل وزن بعضها إلى ما يزيد على مائة كيلو جرام، ووجد أن لكل جزيرة من الجزر سلاحفها الخاصة المميزة، ولعل أجمل اكتشافاته هو أنه في الجزر التي لا توجد بها إلا نباتات مرتفعة فإن نوع السلاحف الموجود له في ظهره الصلب (القصة) فتحة فوق الرقبة تمكن الحيوان من رفع رأسه لقطف أوراق النباتات المرتفعة.

كان أكثر ما يقلق داروين هو طريقة وصول هذه النباتات والحيوانات إلى هذه الجزر البعيدة عن القارات الرئيسية، فقد زعم علماء النبات أن بذور النباتات لا يمكن أن تعيش في الماء المالح لمدة طويلة. فأجرى داروين تجارب على بذور بوضعها في ماء مالح بارد لمدة طويلة، ووجد أنها تنمو طبيعيا لو زرعت بعد ذلك، وبذلك اثبت إمكان انتقال بذور النباتات مع تيارات المحيط. بل أنه أطعم بعض هذه البذور لاسماك وأطعم الاسماك لبعض طيور مهاجرة، فوجد أن هذه البذور يمكن أن تزرع بعد نزولها في فضلات هذه الطيور. كما لاحظ داروين أيضا أن أقدام الطيور المهاجرة عليها الكثير من الحشائش التي يعلق عليها أنواع من القواقع تهاجر معها من مكان إلى مكان. ولعل أجمل ما لاحظته داروين هو أنه يستحيل على الضفادع والثدييات اجتياز المحيطات بمثل هذه الطرق. وبالفعل، فإن هذه الجزر كانت خالية تماما من هذه الحيوانات.

في ٢ أكتوبر ١٨٣٦ بعد رحلة دامت حوالي خمس سنوات عادت البيجل إلى شواطئ إنجلترا. كانت مجموعات داروين من الحيوانات والنباتات والمذكرات قد سبقته إلى منزله، وكان سنة في ذلك الوقت ٢٧ سنة، وعكف منذ وصوله على دراسة مجموعات ومذكراته وبدأ يفكر في نظريته التي أوقفت علم البيولوجيا على قدميه، وأصدر كتابه «عن أصل الأنواع» On the Origin of Species بعد ما يزيد على عشرين عاما من الدراسة.



## ٢- النظرية

عكف داروين بعد عودته على دراسة ما جمعه في رحلته من حفريات وهياكل وغاذج. وخلال دراسته لهيكل ضخيم لأكل النمل Anteater لاحظ الشبه الواضح بين هذا الحيوان الضخم المندثر وبين أكل النمل الحديث المعاصر، فقد كان الحيوان المعاصر، نسخة طبق الأصل من الحيوان المنقرض. وسجل داروين في مذكراته بعد ذلك بسنين عديدة أن هذه هي اللحظة التي واجه فيها فكرته الثورية. وأثناء كتابة ونشر يوميات «رحلة بيجل» لم يستطيع داروين أن يتجاهل التشابه العجيب بين الأنواع، ولهذا كان إصراره على تعبير «تغيير الأجناس» Transmutation of species كعنوان لمقالات عديدة قام بنشرها. لم يكن داروين أول من افترض أصلاً واحداً للحياة : ففي القرن السادس قبل الميلاد، قال طاليس Thales بعد دراسته للحياة في بحر إيجه أن «مياه البحر هي الأم التي نشأت منها كل أنواع الحياة». وقال زميله وصديقه أناكسيمندر Anaximander أن «الحياة قد نشأت من الطين على شكل سمكة مزودة بأشواك خارجية». بل وقد افترض أرسطو أن الحياة قد بدأت بالنبات وتطورت إلى «النباتات الحيوانية» ثم الحيوانات ثم بخطوات متطورة وثيدة إلى الإنسان.

وخلال الثورة الفرنسية كان عالم الأحياء الفرنسي جان باتيست بيير أنطوان دي مونييه، فارس لامارك Jean-Baptiste Pierre Antoine de Lamarck Monet, Chevalier (١٧٤٤ - ١٨٢٩) يقوم بدراسة الحيوانات اللافقرية ويحاول تقسيمها إلى فروع متجانسة. فاكتشف من دراساته التي امتدت إلى الفقريات، أن مظاهر الحياة تتطور تدريجياً من



نوع إلى نوع. وأصدر بياناً لأهل باريس بهذا المعنى. واقترض لامارك أن التفسير الذي يشتاب الأشكال المختلفة من الحياة ينتج مباشرة عن ضغوط البيئة. فالزرافة مثلاً التي لا تجد غذاءها إلا في أوراق الأشجار المرتفعة، تمتد رقبتها وتنتج صغاراً لهم رقبة طويلة، أى بمعنى آخر، أن الخصائص المكتسبة يمكن توريتها. وحسب هذا الوهم، فإنه من الممكن بعد قطع ذيل مئاة من الأجيال من الفئران أن تنتج فئران بدون ذيل، وهذا طبعاً غير حقيقى، ونحن الساميون أدرى الناس بهذا، فرغم مئاة الأجيال من عملية «ختان الذكور» لم نشجح فى إنتاج أطفال لا يحتاجون إلى هذه العملية!

كانت الأدلة على إمكان تغيير الحيوانات واضحة. فقد أوضحت الدراسة لداروين ما أمكن تغييره من أنواع الكلاب والماشية والنباتات، وإمكانية «أحداث» تغيير فى المملكة الحيوانية والنباتية. ولكن ما حيره هو كيفية حدوث ذلك فى الطبيعة. إلى أن خطرت له يوماً فكرة «الصراع». لم يكن داروين يقصد بالصراع صراع المخالب والأنياب فقط، إنما قصد صراع نبات على حافة الصحراء أو فى المناطق الثلجية الباردة للبقاء على قيد الحياة. وبدأ يعرض فكرته فى أوراق صغيرة ينشرها استعداداً لكتابه.

تأخر داروين فى نشر كتابه سنين عديدة، فقد اكتشف مثلاً فى وقت ما أنواعاً من القواقع الدقيقة Barnacles تعيش فى شيلى لم تكن وصفت فيما قبل. وأدى دأبه فى البحث العلمى إلى العمل لمدة ثمان سنوات متواصلة درس فيها ما يقرب من عشرة آلاف من هذه القواقع قبل أن يفكر فى أن يجئ ذكرها فى كتابه.

وكان من الممكن أن يتأخر نشر كتابه أكثر من ذلك، ولكن فى عام ١٨٥٤ وصلتته مقالة من صديق يعمل فى الملايو ويدعى الفريد رسل والاس-Alfred Russel Wallace بعنوان «عن اتجاه الأشكال المختلفة للحياة إلى التباعد المستمر عن النوع الأصلى» varieties to depart indefinitely On the tendency of from the original type واكتشف داروين أن والاس قد تمكن فى صفحات قليلة من تلخيص أهم ما وصل إليه هو فى دراساته المستفيضة التى استمرت طويلاً.

صعق داروين، وحاول البعض اقناعه بتأجيل نشر ورقة والاس إلى أن ينشر كتابه ولكنه قال إنه يفضل حرق كتابه على أن يفعل هذا العمل الدنى. واتفق أهم العلماء فى ذلك الوقت على أن تقرأ ورقة والاس مع ورقة لداروين كان قد



نشرها فى عام ١٨٤٤ (قبل عشر سنوات) يقدم فيها بعض أفكاره.  
وفى محاولة لارضاء اصدقائه انتهى داروين سريعاً من كتابه «عن أصل  
الأنواع» On the origin of species ونشر الكتاب فى نوفمبر ١٨٥٩ وأثار  
الكتاب زوبعة.

كانت نظرية داروين مبنية على حقائق واضحة لا جدال فيها وهى :  
- إن كل افراد الكائنات الحية تختلف عن بعضها البعض. فلا يوجد إنسان  
مشابه للآخر تماماً ولا توجد يمامة أو ضفدعة أو بقرة مطابقة للآخرى تماماً.  
- إن كل الكائنات الحية تتكاثر بمتابعة هندسية (٢ ٤ ٨ - ١٦ -)  
- إنه رغم هذه القاعدة فإن عدد افراد كل نوع من الأنواع يبقى ثابتاً إلى حد ما.  
- إنه فى ظل هذا التكاثر هناك صراع على المكان والغذاء والبقاء. وقد  
اطلق داروين على هذا الصراع اسم «الانتخاب الطبيعى» Natural selection  
ولكنه قبل أيضاً التعبير الذى أطلقه صديقه هربرت سبنسر - Herbert Spencer  
«البقاء للأصلح» Survival of the fittest.

- إن هذا الانتخاب الطبيعى يؤدى إلى «تراكم» الخواص الأكثر ملاءمة  
للبيئة المحيطة، فإذا استمر لآلاف الملايين من السنين فإنه كفىل بإحداث  
التطور. وبعبارة أخرى، ويعودة إلى مثال الزرافة، فإن الزرافات تولد  
باختلافات ضئيلة فى طول الرقبة، ولكن فرص اصحاب الرقبة الأطول فى  
الغذاء والمعيشة وبالتالى فى التكاثر أكبر. ومن هنا فتدريجياً وجيلاً بعد جيل  
خلال ملايين السنين، يتزايد طول الرقبة إلى أن يصل لما هو عليه الآن.  
ومثال آخر : بخطأ صغير فى احد الاحماض الامينية فى الهيموجلوبين  
(المادة الحمراء الحاملة للأكسجين فى كرات الدم) ينتج نوعاً من هيموجلوبين  
يدعى هيموجلوبين S تتحول معه كرات الدم الحمراء من شكل القرص العادى  
إلى شكل المنجل فى ظروف معينة وتفقد مرونتها وتصبح عبثاً على صاحبها.  
ورغم هذا العيب، فإن لهذا الهيموجلوبين ميزة هائلة، فهو يقاوم مرض الملاريا،  
وهكذا، ففى المناطق الموبوءة بالملاريا يصبح هذا الهيموجلوبين ميزة هامة. ،  
ويزداد عدد المصابين به.

وقد كان أشد ما اقنع داروين بنظريته هو ما رآه بعينه من تغيير فى  
الاجناس صنعته الجنس البشرى برغبته أو بالصدفة.







### ٣ - تأثير الإنسان على الخواص الوراثية للأحياء الأخرى

كان من أهم ما بنى عليه داروين نظريته هو رؤيته لما فعل الإنسان بما حوله من الأحياء. فمثلاً استعمل الإنسان الروافع قبل أن يكتشف العلم قوانينها، ومثلاً قام بالتحنيط قبل أن يدرس علم الكيمياء، كذلك قام الإنسان بتغيير الخواص الوراثية لما حوله من أحياء قبل أن يعرف نظرية التطور أو علم الوراثة. فبرغبته وتخطيطه أحياناً وبدونهما أحياناً أخرى، غير الإنسان الخواص الوراثية للعديد من النباتات والحيوانات.

فقد نقل الإنسان الكثير من النباتات من مقرها الأصلي وغير خواصها المميزة إلى خواص تناسبه في الأماكن الأخرى. لقد أخذ مثلاً من قبائل الإنكا في جبال الأنديز نباتاً نشويماً طوره إلى البطاطس التي نعرفها الآن. وأخذ بالمثل الفاصوليا من المكسيك والجزر من أفغانستان.

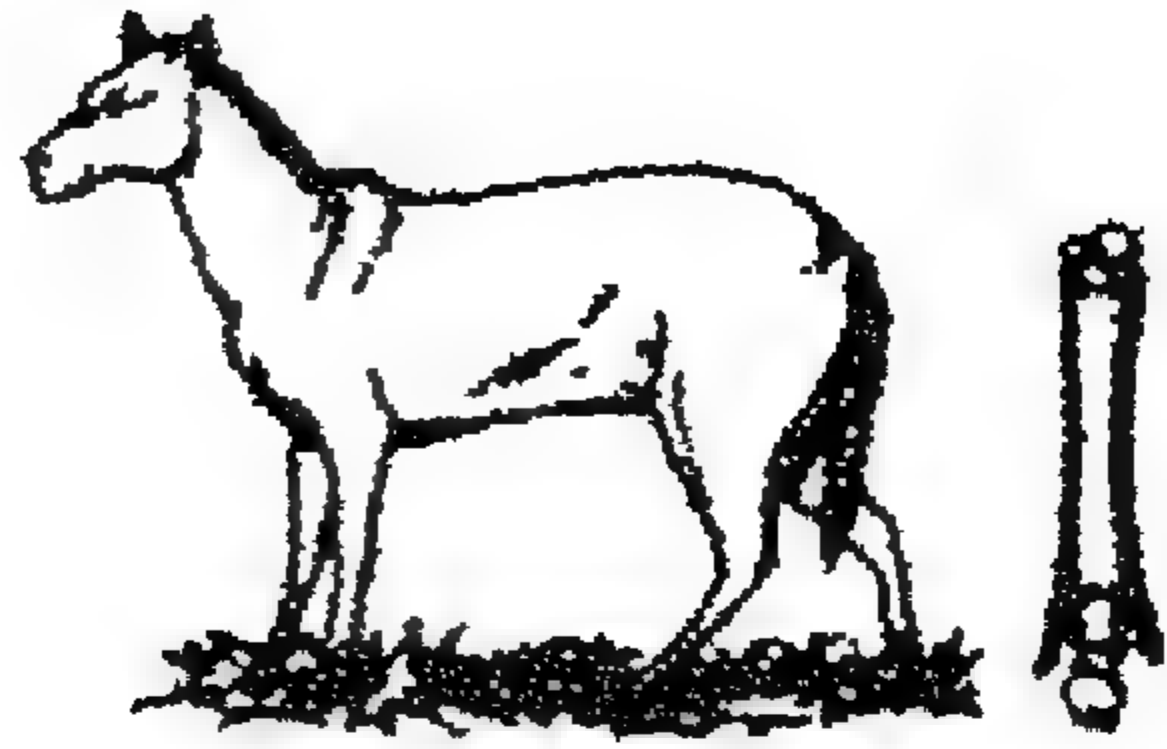
وقد لاحظ الإنسان أن بعض الحشائش البرية تنتج حبوباً لها قيمة غذائية كبيرة، فطور منذ سبعة آلاف سنة في شرق آسيا أنواعاً منها، تمكن من زراعتها بالشتل زراعة مكثفة في المناطق الغارقة بالمياه، وتمكن بذلك من إنتاج عدة محاصيل سنوية من الأرز. وفي الشرق الأوسط طور الشعير والقمح وأصبح الآن حوالي ألفي مليون من البشر يعتمدون على القمح الذي يزرع في حوالي ١١ ٪ من الأرض المزروعة على سطح الكوكب لغذائهم.

والقمح الذي يزرع زراعة مكثفة في الشرق الأوسط يختلف تماماً عن تلك الحشائش التي كان الإنسان يجمع حبوبها، بل أن القمح الذي يزرع في أوروبا وأمريكا يختلف عن قمح الشرق الأوسط. فقد طور العلماء هناك أنواعاً مرتفعة الساق حتى يمكن التعامل معها بآلات الحصد، وإنتاجها من السنبال أضعاف مثيلاتها من أنواع الشرق الأوسط. وقد ولدت هذه الأنواع بحيث تقاوم أمراض القمح مثل الصدأ أو العفن. ورغم أن هذه الأمراض تطور نفسها

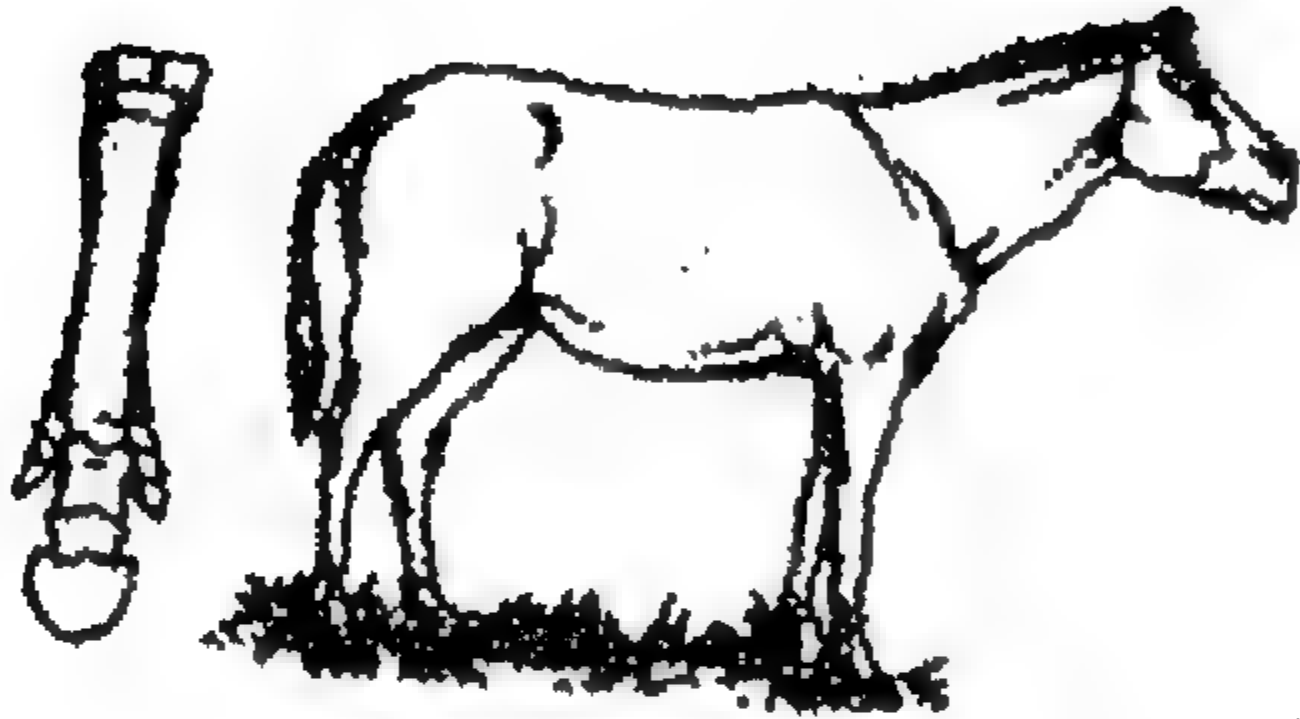




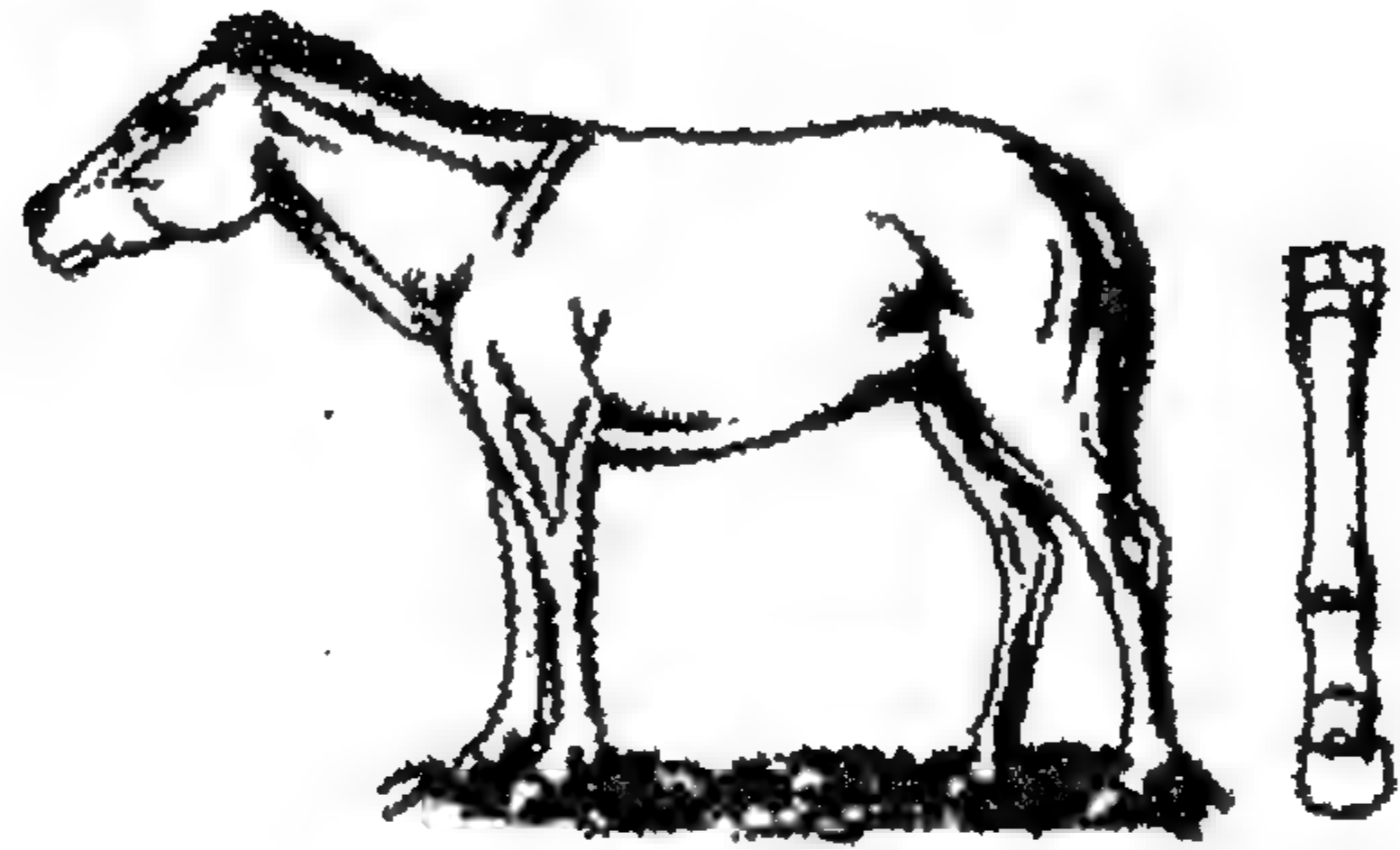
الحصان منذ ٥٨ مليون سنة



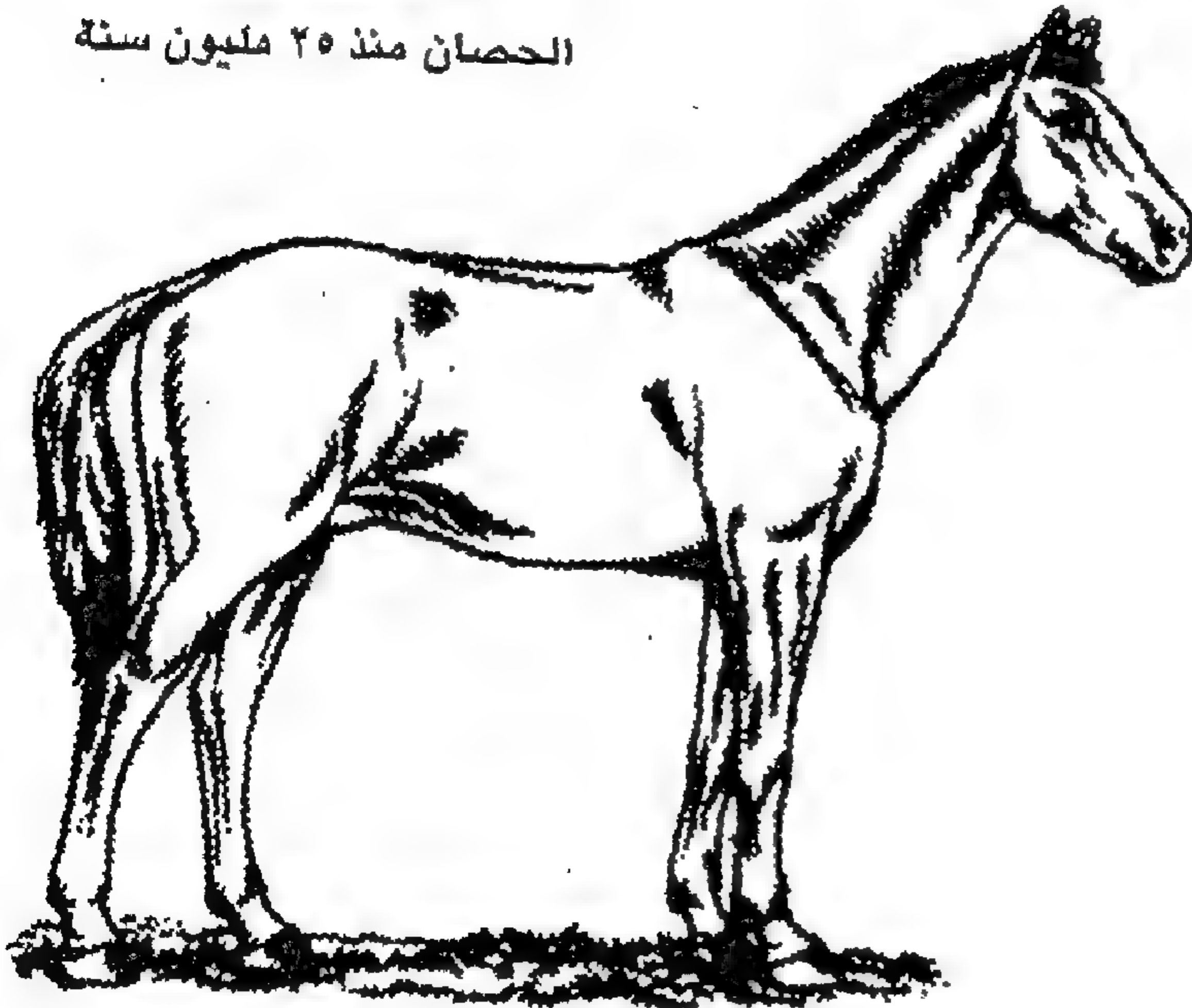
الحصان منذ ٣٦ مليون سنة



الحصان منذ ٢٥ مليون سنة



الحصان منذ ١٣ مليون سنة



الحصان منذ مليون سنة



بحيث يمكنها اصابة الأنواع الموجودة، إلا أن العلماء تغلبوا على هذا أيضاً بأن قاموا بتغيير الأنواع المزروعة من القمح مرة كل عشر سنوات حتى لا يصيبها الصدأ أو العفن.

وهكذا، بالعلم، أمكن زراعة ملايين الأطنان من الحبوب ذات القيمة الغذائية العالية.

ومثل ما فعل مع النبات، غير الإنسان برغبته وتخطيطه الكثير من الخواص الوراثية لما حوله من حيوانات. وقد كان من أهم ما حققه حديثاً في هذا المجال هو «استثناس» أو «تدجين» أنواع عديدة من الحيوانات البرية.

وأقرب مثال لعملية التدجين هذه هو ما جرى لحيوان الرنة Reindeer تدريجياً بنجاح. وحيوان الرنة البري حيوان ذكى قوى يستطيع المعيشة في ظروف البرد القاسية، ويستخرج غذاءه من بين الثلوج في أشد الأحوال قسوة وبرودة، وله مزايا اقتصادية عديدة للإنسان. ويتم تدجين هذا الحيوان بانتقاء الذكور الشابة الهادئة لتلقيح إناث القطيع، أما الذكور العنيفة الهائجة الرافضة للتدجين - والتي كان لها في الحياة البرية السبق والفوز في عملية التلقيح - فإن الرعاة يقومون باخصائها، وهكذا يتم تحويل القطيع تدريجياً إلى قطيع هادئ مدجن.

وقد كانت الماعز من أقدم ما دجن من الحيوانات، حيث يعود تدجين هذه الحيوانات إلى ما قبل ٩٠٠٠ سنة. ودجنت بعدها باقى أنواع الماشية المختلفة والحصان والحمار والجمال.

وفي عصر الصناعة استكملت عملية التهجين بتخطيط علمي دقيق، فقطعان البقر - وجميعها قصيرة الأرجل حيث لم تعد بحاجة للجري - تربي حسب الغرض منها، بعضها لحلب اللبن وبعضها للحمها الممتاز. والديكة الرومية التي كانت برية في أمريكا الوسطى أصبحت الآن تربي بالملايين في مزارع خاصة على خط إنتاج سريع. والدجاج الذي كان يقطن غابات آسيا أصبح الآن ينتج في كل بلاد العالم بخواص وراثية تغيرت تماماً عما كانت عليه. وسواء أكان الامر يتعلق بالبقر أو الديكة الرومية أو غيرهما من الحيوانات فإن التلقيح الطبيعي قد خرج تماماً من العملية، والقاعدة هي عدم ترك الامور للصدفة، وذلك باستعمال التلقيح الصناعي باستعمال السوائل



المنوية لأجود الذكور المتاحة.

وهناك مثال آخر على تأثير الإنسان على ما حوله من أحياء :

ففى لندن ينتشر نوع خاص من الفراشات يختلف لونه بين الرمادى الفاتح والاسود. قبل عصر الصناعة كانت الفراشات المنتشرة هى الفاتحة اللون، بعد استعمال الفحم فى الصناعة والتدفئة، اختفى تقريباً النوع الرمادى الفاتح وانتشر الاسود، فقد أصبحت جدران المنازل نتيجة للدخان سواداً اللون وأصبحت الفراشات الرمادية النوع الواقفة عليها واضحة للطيور فتراها وتصيدها، أما السواداء فتختفى بلونها الأسود على الجدران. وعندما بطل استعمال الفحم وعاد للجدران لونها الطبيعى انقلبت الآية فاخفتت الفراشات السواداء وعادت الفراشات فاتحة اللون إلى الانتشار.

وهكذا، وكما تتغير خواص الحيوانات بتأثير الصراع فى البيئة الطبيعية الذى يؤدى إلى بقاء الأصلح والتطور للأفضل، كذلك يغير الإنسان فى عصر العلم هذه الخواص باختياره ويطورها لكى تساعد فى جعل الحياة الإنسانية أكثر سعادة.

ولعل قصة «الساموراي والكابوريا» تمثل أجمل أدبيات نظرية التطور، إذ توضح القصة بصورة جذابة أثر الانتقاء الطبيعى Natural selection أو الانتقاء الصناعى Artificial selection فى تغيير الخواص الوراثية للأحياء.

فمنذ سنوات طويلة كان يحكم اليابان امبراطور صغير السن (٧ سنوات) يدعى انتوكو وكان يدين له بالولاء مجموعة من السامورى (الامراء المقاتلين فى اليابان) تدعى الهايك Heike. وكان ينازعهم على قيادة اليابان مجموعة أخرى من السامورى تدعى الجنكى Genki. قامت معركة بحرية دموية بين المجموعتين فى بحر اليابان أمام مقاطعة «دانو أورا» انتهت بتحطيم الامبراطور ومقاتليه من الساموراي الهايك غرقاً.

هذا عن الساموراي. فماذا عن الكابوريا؟

يعيش فى بحار مقاطعة «دانو أورا» نوع من الكابوريا ذات لحم شهى يحب سكان المقاطعة أكله. وعلى ظهر هذه الكابوريا توجد نقوش ونشوءات عشوائية اكتسبتها خلال ملايين من السنين لتتخفى بها فى قاع البحر فتزيد



من فرص نجاتها من اعدائها الطبيعيين.

وقد انتشرت بعد معركة الساموراى أسطورة تزعم أن الساموراى الهايك يجوبون قاع بحار اليابان على شكل كابوريا فى إنتظار معركة الانتقام، ولذا فقد اعتاد صيادو الكابوريا، الذين كانوا موالين لساموراى الهايك، على فحص النقوش والنتوءات العشوائية الموجودة على ظهر ما يصطادون. فإذا وجدوا فيها أى تشابه بالوجه الآدمى، اعادوها إلى البحر فى الحال قبل موتها على اعتبار أنها أحد جنود الهايك.

وبهذا الانتقاء بدأت عملية تطويرية جديدة : فالكابوريا التى على ظهرها نتوءات تشبه وجه الساموراى أصبح لها فرصة أكبر لتعيش وتتناسل وتتكاثر، وكلما زاد التشابه العشوائى، كلما زادت فرص الحياة. أما الكابوريا التى لا يوجد على ظهرها مثل هذه النتوءات فإن فرصها أكثر للوصول إلى موائد المحبين للحم الكابوريا.

وهكذا، ومع مرور الاجيال، اجيلال الصيادين واجيال الكابوريا، تكونت قبائل من هذا الحيوان تحمل على ظهرها نتوءات تشابه تماماً وجه جنود الساموراى، وسميت لذلك كابوريا الهايك. وكما يغير مربو الماشية والزراع بالانتقاء الصناعى المخطط الخواص الوراثية للغنم والماشية والقمح، غير صيادو دانو اورا فى اليابان بالانتقاء الصناعى غير المخطط الخواص الوراثية لكابوريا الهايك.

ولعله من المناسب الآن أن نتروى قليلاً ونحاول أن نتفهم الصورة العامة التى بناها داروين لتاريخ الحياة على كوكب الأرض.







## ٤ - خمسة عشر بليون سنة .. فى سنة

تقدم تليفزيونات العالم المتقدم برامج علمية رائعة، تهدف إلى توطيد أواصر الحب بين الإنسان والعالم المحيط به، بما فيه من كواكب ومجرات واحجار، ونباتات وحيوانات، كما تهدف إلى إثارة الفضول العلمى للشباب ودفعه إلى التساؤل والاستقصاء لمزيد من التفهم للعالم الذى يعيش فيه. ومن أروع ما قدمته التليفزيونات الغربية فى هذا المجال برنامج يدعى كوزموس Cosmos (الكون) قدمه عالم فلك أمريكى هام يدعى كارل ساجان Carl Sagan على حلقات تستغرق حوالى ١٢ ساعة.

فى إحدى هذه الحلقات يناقش ساجان نشأة الكون، وعمره، وماذا حدث فيه حتى تكونت الشمس والأرض وماذا حدث على الأرض حتى وقتنا الحالى. فالأدلة العلمية تشير إلى أن الكون يشبه فقاعة صابون دائمة التمدد، يتكون «غلاف» هذه الفقاعة من بلايين بلايين البلايين من المجرات والكواكب، ولو افترضنا أن هذه الفقاعة قد بدأت كنقطة انفجرت فيما يسميه العلماء «الانفجار العظيم» The Big Bang فإن عمر هذا الكون من هذا الانفجار حتى الآن حوالى ١٥ بليون سنة (أى خمسة عشر ألف مليون سنة).

ويختصر ساجان هذه الخمسة عشر بليون سنة إلى سنة واحدة لإعطاء المشاهد للبرنامج فكرة عن البعد النسبى لبعض الحوادث الهامة فى تاريخ الكون، وبالتالى، فإن كل شهر فى هذه السنة يساوى حوالى ١٢٥٠ مليون عام، وكل يوم يساوى ٤٠ مليون عام، وكل ساعة تساوى مليون ونصف عام، وكل ثانية تساوى ٥٠٠ عام.

فإذا افترضنا أن الكون كما نراه الآن قد بدأ فى الثانية الأولى من أول يناير من هذا العام المفترض، وإننا نعيش الآن فى آخر الثانية الأخيرة من يوم ٣١ ديسمبر، فإن الأرض والقمر تكون قد تكونت فى أول سبتمبر من هذا



العام أى منذ ٥ بليون سنة. وفى ١٤ سبتمبر وفى جو ملئ بالهيدروجين وتسوده العواصف الكهربائية تكونت بعض جزئيات الدنا D.N. A. (وسياتى شرح ما هى هذه الجزئيات فيما بعد).

وابتداء من أول ديسمبر تسجل الحياة تاريخها بترك حفريات Fossils يمكن تقدير عمرها بدراسة تكوينها الذرى بتحديد دقيق، وتسير يوميات ديسمبر كالاتى :

١٥ ديسمبر : غزت النباتات البدائية سطح الكرة الأرضية، وحولت جوها الذى يمتلئ بالأيديروجين (أصفر وأبسط العناصر) إلى خليط من النتروجين والاكسجين.

١٥ ديسمبر : حدث ما يسميه الجيولوجيون بالانفجار الكامبرى The Cambrian Explosion حيث ظهرت ملايين من الحيوانات الصغيرة البدائية التى تركت بصامتها على الحفائر الموجودة من هذا الوقت.

١٨ ديسمبر : غزا العالم ملايين من أنواع مختلفة من الحيوانات « ذات الفصوص الثلاثة » Trilobites ولفترة معينة، ثم اختفت وتلاها فى الظهور أنواع من الحبار والقشريات.

وتتسارع بعد ذلك ظهور واختفاء ألوف من الأنواع والأجناس :  
١٩ ديسمبر : تظهر بعض الفقريات والأسماك الغضروفية (مثل القروش والمائتا).

٢٠ و ٢١ ديسمبر : تظهر نباتات بدائية كبيرة على وجه الأرض وتظهر معها بعض الحشرات الطائرة.

٢٢ ديسمبر : تبدأ بعض الفقريات المائية فى غزو الأرض وتظهر البرمائيات.

٢٣ ديسمبر : تظهر الأشجار الأولى وتظهر أيضا الزواحف.

٢٤ ديسمبر : يستولى على الأرض الديناصورات الضخمة ومنها آكل اللحوم ومنها آكل النباتات ومنها من بدأ فى محاولات الطير ومنها ما عاد إلى الماء تم تختفى تماماً بعد أربع أيام (١٦٠ مليون سنة) ولا يبقى منها إلا بعض النماذج الصغيرة (التمساح والاليجاتور) ويحير اختفاءها العلماء ويبدو أن السبب كان سقوط جسم كوني ضخم فى محيط من المحيطات أدى إلى



ظلام دامس وتغيير فى الجو لسنين عديدة.. ولما كانت الديناصورات من الحيوانات ذات الدم البارد التى لا تستطيع أن تحتفظ بدرجة حرارة جسمها، فإنها ماتت واختفت.

**٢٥ ديسمبر :** تظهر الحيوانات الثديية ذات الدم الدفئ.

وفى صباح يوم ٣١ ديسمبر تظهر بعض المخلوقات المشابهة للجنس البشرى Hominid، وفى الساعة الحادية عشر مساءً يظهر الجنس البشرى، ويتسارع التاريخ أكثر وأكثر فبعد ذلك بستة عشر ثانية يكتشف البشر النار. وحوالى الساعة الحادية عشر وخمسين دقيقة وعشرين ثانية يستأنس الإنسان بعض الحيوانات.

وبعد خمسة عشر ثانية تبدأ الزراعة. ويذكرنا ساجان بعد ذلك بأن كل ما نعرفه من تاريخ البشرية، كل من نعرف اسمائهم من القادة والابطال والمجرمين والغزاة والفلاسفة والعلماء والدجالين والنصابين، كل من عرفناهم وتعلمنا عنهم الشعر والأدب والرسم والنحت، كل هؤلاء من بناء وهادى الحضارات، عاشوا فى آخر عشر ثوان من هذه السنة الكونية.







## ٥ - منسـدل

لم يكن داروين يعلم شيا عن آلاف الادلة العلمية التي سوف تثبت نظريته. لم يكن يعرف أن كافة الكائنات الحية «تتكلم» لغة واحدة ينقل بها الاب والام إلى النسل خواصهما الوراثية، لم يكن يعلم أنه يمكن للميكروب الحقيق أن يقرأ ما يكتبه الانسان لابنه من معلومات على الشريط الوراثي في الحيوان المنوي، لم يكن يعلم أن الثمرة التي تصنع الزيت تصنعه بنفس الطريقة التي يصنع بها الخنزير والبقر والإنسان الدهن الحيواني، لم يكن يعلم أنه ستكتشف عشرات الآلاف من الحفريات التي تثبت نظريته وأن آلافاً منها تمثل المراحل التي مر بها الإنسان قبل ظهوره بشكله الحالي. لم يكن يعلم أن العلم سيتمكن من تحديد عمر هذه الحفريات بدقة بالغة، وانها تثبت بالدليل القاطع أن ظهور الاحياء الراقية قد جاء متأخرا ولاحقا لظهور الحيوانات الابسط في التركيب.

لم يكن داروين يعلم كل هذا، ورغم دراسته العميقة لموضوع كتابه لمدة عشرين عاما فقد كانت تنتابه بعض الهواجس فيما يتعلق ببعض النقاط. كانت أهم هذه النقاط هي: كيف تحافظ الكائنات الحية على الخواص الجيدة لكي تتراكم؟ ووصل به الأمر في هذه النقطة إلى أن كاد أن يقع في خطأ لا مارك فتصور أن الخواص الجيدة تنميها الطبيعة بالاستعمال، فيتوارثها الكائن الحي. وكان مما يقلقه أيضا عدم وجود كائنات حية قريبة الشبه بالإنسان، مما وضع في ادبيات التطور الكلام عن «الحلقة المفقودة» وهو ما سنعود إليه فيما بعد.

ولكن، فلنبداً القصة من أولها:

هوجم داروين بعد نشر كتابه من اوساط علمية عديدة، كان اشد

انواع هذا الهجوم تأثيرا ما جاء من اصحاب نظرية الطفرات -Mu tations وكان صاحب هذه النظرية هو دى فريز، Hugo de Vries عالم النبات الهولندى المشهور (١٨٤٨ - ١٩٢٤) الذى افترض أن تصور أن التطور ينتج عن تراكم التغيرات الضئيلة، هو تصور ساذج، وإن التطور يحدث حقيقة (فى رأيه) نتيجة لحدوث «طفرات» وراثية (وقد رحب الماركسيون الستالينيون هذه الفكرة، باعتبار أن الطفرة = الثورة). ويعبر مصطلح «طفرات» فى البيولوجيا عن حوادث وراثية تحدث تغيرات واضحة فى خواص الكائن الحى ولعل أشهر انواع الطفرات فيما نراه حولنا من احياء هو ظاهرة الحيوان «الاحسب» Albino (وليس الابرص كما تترجمها بعض القواميس لأن البرص مرتبط بمرض الجذام Leprosy) وهى ظاهرة موجودة فى بعض الفقرات تنتج عن نقص فى المادة المكونة للجلد، وهى موجودة فى الإنسان بنسبة ١ : ٢٠.٠٠٠، وتوجد فى الفئران والاسلاماندر والجمال والقرود والكانجارو.

كانت حجة انصار «الطفرات» هى مثال مفترض: فبفرض أن إنسانا ما يتمتع بخواص وراثية متميزة من الذكاء والخبرة والقوة، ويفرض أن هذا الإنسان ينزل فى جزيرة يقطنها اناس متخلفون اغبياء وضعفاء، فإنه باختلاطه بهؤلاء المتخلفين سينتج عنه نسل ضعيف تخف فيه تدريجياً الخواص الجيدة، وبعد عدة أجيال يصبح نسله مطابق لنسل الجزيرة على عكس ما تفترضه نظرية التطور. وكان حل اصحاب نظرية الطفرات هو أن التطور لاينتج الا عن طفرات تورث. وكاد الطفريون أن يزهقوا روح التطوريين لولا تدخل علم الرياضاة، فقد اثبت فيشر R. A. Fisher أحد أهم علماء الرياضاة والاحصاء وهالدين J. B. S. Haldane استحالة حدوث التطور بالطفرات فقط. وماتت نظرية التطور بالطفرات.

وبعد وضع نظرية التطور بعدة عقود بقيت مشكلة لم تحل: لماذا تختلف الكائنات الحية؟ وزاد من تعقد الامور عدم الاتفاق على طريقة انتقال الخواص الوراثية، فكثيرا ما يولد طفل أحمر الشعر من أب و أم بشعر أسود. ولجأ الناس كمعادتهم إلى فروض، كان من اهمها فرض أن الخواص تنتقل مع



«الدم» فتحدث الناس عن «الدم الملكي» وعن «الدم الذي لا يتحول إلى مياة» وعن «الدم الازرق»... الخ.

ولم يعلم داروين أن حل الكثير من مشاكله كان موجودا فى ابحاث تمت ولكن لم تنشر اثناء حياته.

ولد مندل G.H. Mendel فى عام ١٨٢٢ فى النمسا من أسرة متواضعة. ولما كان متفوقا فى دراسته فقد حاول أهله مساعدته على الاستمرار فى الدراسات العليا. ولما فشل فى تمويل هذه الدراسة التحق مندل بأحد الاديرة كراهب، واستمر فى دراسته فى الدير الذى كان يوفر له لقمة العيش والمأوى.

خلال بقاءه فى الدير استمر مندل فى دراساته المفضلة عن النباتات، وكان متميزا بدقة عمله وبصبره وباهتمامه بخطوات عمله خطوة بخطوة.

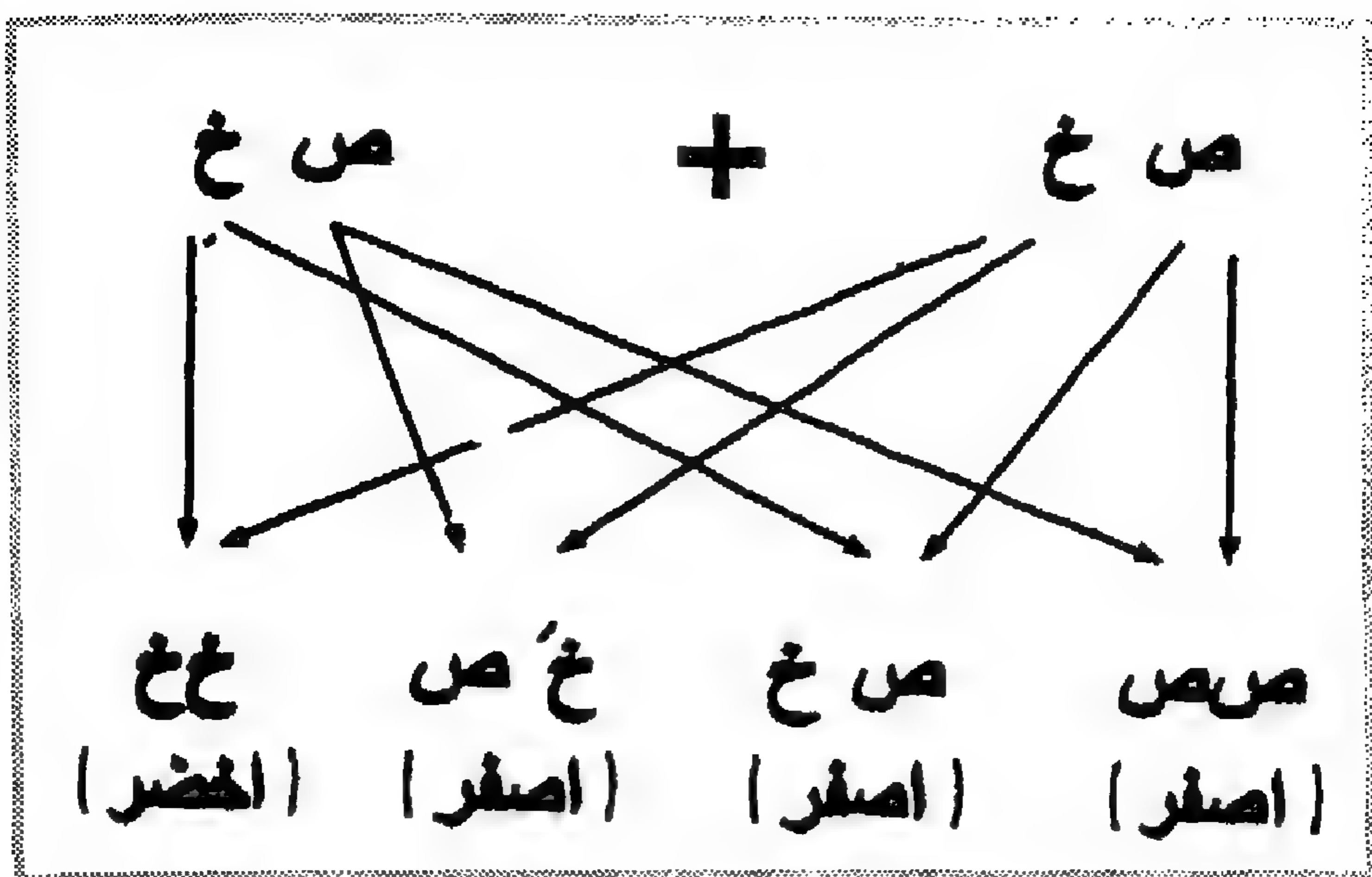
اجرى مندل عشرات الآلاف من التجارب المسجلة الدقيقة على حبة البازلاء، ودرس فى هذه التجارب ازواج متعددة من الخواص: لون الزهرة، لون الحبة، سطح الحبة، شكل الحبة وضع الزهرة حول الجذع... الخ وكانت النتائج مذهلة.

كمثال: كانت نتائج مندل فيما يتعلق بلون الحبة واضحة المضمون. فإذا لقحت مبايض حبوب اصيلة (وتعنى كلمة «اصيلة» هنا أنها من نسل نقي، كل جدوده يتمتعون بنفس الصفات) صفراء اللون بحبوب لقاح من حبوب اصيلة خضراء اللون، كان النسل اصفر اللون، فإذا لقح الحبوب الصفراء الجديدة بعضها ببعض، نتج محصول ثلاث أرباعه اصفر اللون وربعه اخضر اللون.

ووضع مندل نظريته المشهورة وبمقتضاها:

- يكتسب النسل فى التكاثر الجيسى نصف خواصه الوراثية من الذكر (الاب) والنصف الآخر من الانثى (الام).

- بعض الخواص الوراثية بطبيعتها «سائدة» Dominant وبعضها «منتحية» Recessive فإذا وجدت الخاصيتان فى حيوان واحد، فالخاصية



السائدة تتغلب ويكتسب الحيوان هذه الخاصية.

في حالة البازلاء، فإن اللون الأصفر هو السائد ولما كان الجيل الأول من النسل يحتوى كل فرد فيه على عامل اللون الأصفر من المبيض واللون الأخضر من حبوب اللقاح، فإنها تتلون باللون الأصفر السائد.

في الجيل الثانى من النسل هناك أربعة انواع وراثية Genotypes من الحبوب:

- حبوب حصلت على اللون الأصفر من كل من المبيض وحبوب اللقاح وتكون بالطبع صفراء اللون.
- حبوب حصلت على اللون الأخضر من كل من المبيض وحبوب اللقاح وتكون بالطبع خضراء اللون.
- حبوب حصلت على اللون الأصفر من المبيض واللون الأخضر من حبوب اللقاح وتكون صفراء اللون. (اللون السائد).
- حبوب حصلت على اللون الأخضر من المبيض واللون الأصفر من حبوب



اللفاح وتكون صفراء اللون (اللون السائد).

وعلى هذا، فإن ثلاث أرباع النباتات تكون صفراء اللون والربع الباقي أخضر اللون.

وهكذا اثبت مندل أن هناك عوامل محددة تنتج عنها الخواص الوراثية وأنه من الممكن حسابها والتنبؤ بها. لم يجرؤ الراهب علي الاعتراف بخطورة ما اكتشفه، فقدم ورقة متواضعة لجمعية علمية. وأهملت الورقة تماما خصوصا بعد ما انتخب مندل رئيسا للدير، فلم تعد لمندل فرصة للاستمرار في دراساته. ومات مندل في عام ١٨٨٤ بعد عامين من وفاة داروين.

وفي عام ١٩٠٠، أي بعد ما يقرب من عشرين عاما من وفاة داروين، اعاد دي فريز اكتشاف اعمال مندل واعطى مندل بعد وفاته ما يستحق من تكريم، فقد اكتشف ما يمكن أن يسمى «عوامل الوراثة» واكتشف ما سوف يؤدي إلي اكتشاف الكروموسومات والجينات وال د.ن.ا.

### بعض خواص الرأس والوجه الموروثة في الانسان وفقا لقواعد مندل

الخاصية	الصفة	الخاصية	الصفة
الانف الروماني	سائد	الصلع في النساء	مستنحي
الشفة الغليظة	سائد	العيون الفاتحة	مستنحي
نقشرة الذقن	مستنحي	الشعر الابيض المبكر	سائد
الشعر الداكن	سائد	الششم مش	سائد
الشعر الفاتح	مستنحي	المقدرة على طي اللسان	سائد
الصلع في الرجال	سائد		





## ٦ - كروموسومات وجينات

يعيش على كوكب الأرض حوالي مليون نوع من الحيوانات وحوالي ربع مليون نوع من النباتات، كلهم من اصل واحد وكلهم يخضعون لقوانين مندل للوراثة.

واثناء «تخزين» ابحاث مندل قبل أن يعلم العالم بها، اكتشف علماء الاحياء أن الخلية الحية تحتوى نواتها على عدد من الاجزاء الدقيقة الخيطية، وأن هذه الخيوط من الممكن صبغها لدراستها بالميكروسكوب، ونظرا لقبولها للصبغات فقد سميت هذه الاجسام الخيطية «كروموسومات» - Chromosomes (= لون). وفى عام ١٩٠٢ اقترح ساتون W. S. Sutton من جامعة كاليفورنيا أن هذه الكروموسومات تحتوى على عوامل مندل الوراثة. بعد فترة بسيطة اكتشفت ظاهرة معينة وهى أن بعض الخواص الوراثة لاتتبع تماما قوانين مندل، أنما تظهر ما يمكن تفسيره فقط بارتباط بعض الخواص بعضها ببعض. وقدمت دراسات مورجان T.H.Morgan من جامعة كولومبيا الدليل النهائى على ذلك.

أستعمل هذا العالم فى دراساته ذبابة الفاكهة Drosophila. وقد كانت هذه الذبابة ولازالت وسيلة مثالية لدراسة اسرار الوراثة. فهى سريعة وكثيفة التكاثر، تنتج اعدادا هائلة من النسل خلال عشر أيام، ويمكن أن تعيش على كميات ضئيلة من عجينة الموز.

زاوج مورجان ذكورا أصيلة من الذباب بيضاء العينين بإناث أصيلة حمراء العينين. وكما ينتظر من قوانين مندل فقد نتج عن هذا التزاوج حشرات بعيون حمراء اللون لأن لون العين الاحمر هو الصفة «السائدة».

ثم زواج مورجان هذا الجيل المخلط من النسل بعضه ببعض وكانت نتيجة هذه العملية مفاجأة لمورجان:

فقد كان ٥٠٪ من النسل اناثا حمر العيون و ٢٥٪ ذكورا حمر العيون و ٢٥٪ ذكورا بيض العيون. ولم يكن بين النسل انثى واحدة بيضاء العيون. وهكذا اشارت الادلة الى أن عامل بياض العيون الوارثي يرتبط بالكروموسوم المتسبب في الذكورة. وافترض مورجان أن الخواص التي يحملها نفس الكروموسوم تورث مع بعضها البعض. وهكذا فإن صح هذا الفرض فإنه في الممكن عمل «خريطة» للخواص التي يحملها كل كروموسوم.

وتفرغ مورجان، ومعه ما اطلق عليه اسم «فريق الذباب» Fly squad من العلماء لرسم هذه الخريطة. وبعد حوالي ١٧ سنة واستعمال ملايين الذباب، تمكن الفريق من عمل خريطة كاملة لمواقع الخواص الوراثية على كروموسومات الذباب، وسميت كل مجموعة من الخواص «جينات» Genes.

واتضح من هذه الدراسات شيء آخر: فلم تكن الخواص الوراثية تخضع لجين واحد، بل كانت اغلب الخواص (مثل لون الجلد، وزن الحيوان) تخضع للعديد من الجينات، مما يعقد تطبيق قوانين مندل البسيطة على هذه الخواص. بعد كل هذه الدراسات تأكد شينان كما يقول جوليان هكسلي Sir

Julian Huxley.

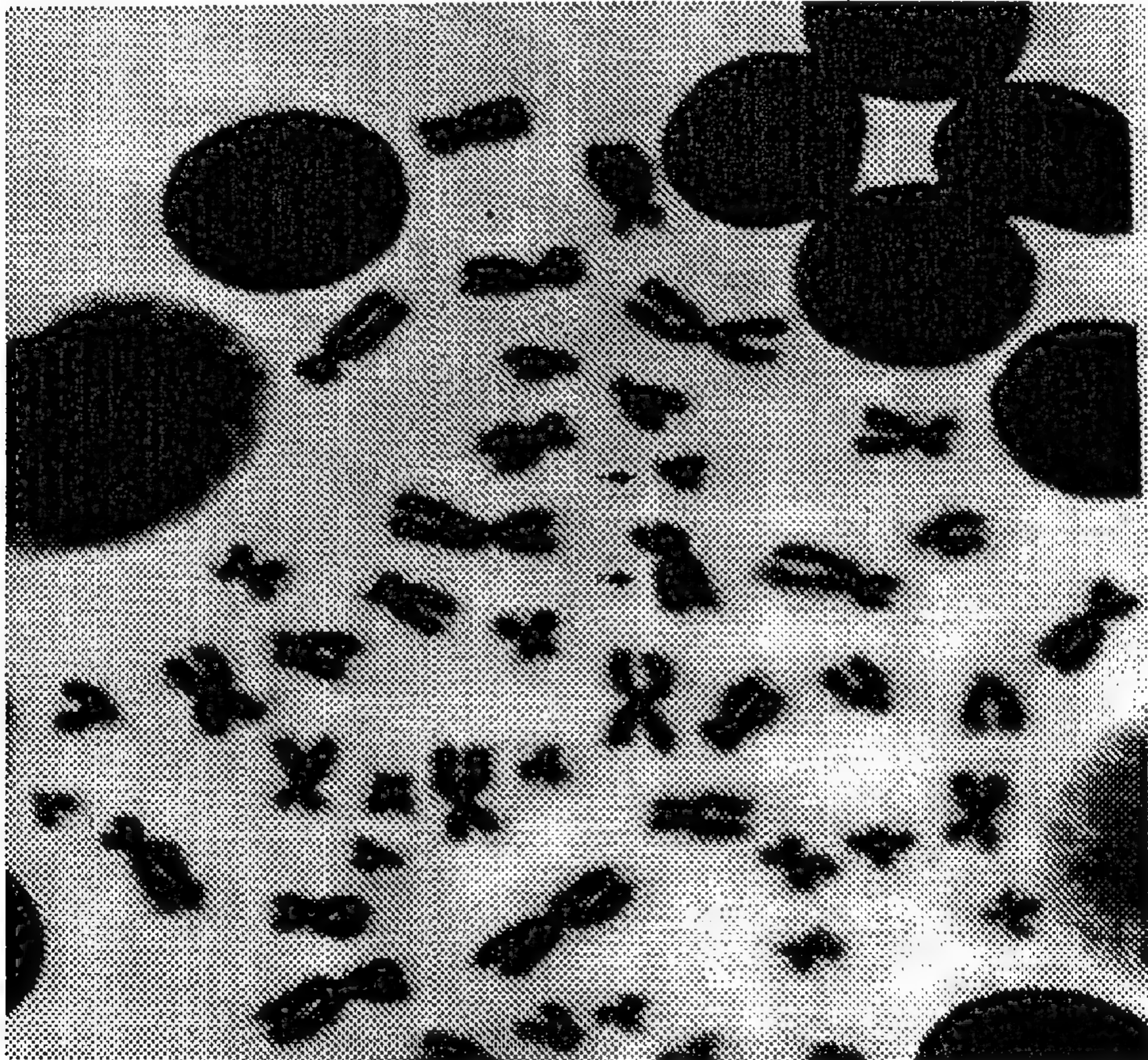
أولاً : أن الوراثة تنتج عن عوامل مادية يمكن دراستها.  
ثانياً: أن الوراثة تعتمد على خواص متعددة موجودة في جينات على الكروموسومات.

ولكن كيف تنشأ الطفرات والتغيرات؟

حاول العلماء التأثير على الكروموسومات بالتبريد والتسخين والسموم والمواد الكيميائية والعقاقير، ولكن الجينات لم تستجب لكل هذه العوامل. وخطرت لمولر H.J. Muller، احد العاملين في فريق مورجان، فكرة عبقرية: فقد عرض مجموعة من الذباب لاشعة اكس، وزوجها لمجموعة الذباب السليم، وفي عشرة ايام كان لديه تشكيلة من مئات الانواع من الذباب العجيب - بعضه بلا اجنحة، وبعضه له ألوان عجيبة، وبعضه بعيون بارزة. وهكذا إتضح امكانية «التدخل» في الجينات وتغيير الخواص الوراثية، ولا زالت هذه الطريقة تستعمل في الحصول على أنواع جديدة من النباتات، وحصل مولر على جائزة نوبل على ابحاثه.



خلال هذه الدراسات اتضح أن نواة خلايا الإنسان تحتوى على ٢٢ زوج من الكروموسومات تحمل عشرات الالوف من الجينات، يتحكم منها حوالى ألفى جين فقط فى كل الاختلافات بين الاجناس البشرية. واتضح أن زوج الكروموسومات رقم ٢٢ يتكون فى الذكور من كروموسومين مختلفين يطلق عليها اسم "Y"، "X"، اما فى الاناث فإن الكروموسومين يكونان "XX". واتضح كذلك أنه، كما فى جميع الحيوانات التى تتكاثر جنسيا، فإن البويضة أو الحيوان المنوى تحتوى على ٢٢ فرد فقط من الكروموسومات وعلى ذلك فإن الحيوان المنوى المحتوى على كروموسوم ٢٢ "X" ينتج عند تلقيح البويضة التى تحتوى دائما على كروموسوم ٢٢ "X" انثى لها كروموسومات



كروموسومات الانسان

٢٣ "XX". وأن الحيوان المنوي المحتوى على كروموسوم ٢٣ "Y" ينتج عند تلقيح البويضة التى تحتوى هلى كروموسوم ٢٣ "X"، ذكرا يحتوى على كروموسومات ٢٣ "XY".

و درست بعض الامراض التى يصحبها اختلال فى الكروموسومات كأنفصال جزء منها أو ازدياد عدد بعضها أو حدوث نتوءات فيها، وحددت أيضا مواقع العديد من الجينات على الكروموسومات البشرية خصوصا ما يرتبط منها بكروموسوم ٢٣ الحامل للجنس وخصوصا ما يرتبط بكروموسوم "Y"، بل واصبح من الممكن دراسة بعض انواع السرطان وعلاجها مبكرا عن طريق دراسة الكروموسومات.



## ٧ - السلم الحلزوني

خلال معظم الابحاث التي جرت على الكروموسومات والجينات كان يرقد على رفوف العديد من معامل الكيمياء الحيوية مادة لزجة بيضاء يطلق عليها اسم «الحمض النووي» Nucleic acid اكتشفها كيميائي سويسري عام ١٨٦٩. وثبت عند دراسة هذه المادة أنه يوجد منها نوعان: الأول أطلق عليه اسم Deoxyribonucleic acid أو D. N. A. للاختصار، والآخر يدعى Ri-bonucleic acid أو R. N. A.

في خلال الأربعينات من هذا القرن اتضح أن ال د. ن. ا مكون اساسي للكروموسومات. وفي تجارب عبقورية اثبت احد العلماء في نيويورك أن الفيروسات عندما «تحقن» ال د. ن. الخاص بها في الخلايا، فإنها تتحكم فيها وتتحول الخلايا إلى فيروسات جديدة كاملة. وثبت من هذه الدراسة أن هذه المادة تحمل كافة الخواص الوراثية للفيروس وأنها تتكون من اربع مواد قاعدية Basic: Adenine، ثيمين Thymine، سيتوزين Cytosine و جوانين Guanine ومعها مادة سكرية بها خمس ذرات من الكربون Pen-tose، ويربط بين جزيئات السكر جزيئات من الفوسفات 4 PO.

وفي عام ١٩٥٠ انتابت جميع معامل العالم حمى فك طلاس هذه المادة الغربية. وتمكن كريك T.H.C.Crick، الانجليزى الجنسية، ومعه مساعد شاب امريكى الجنسية يدعى واطسن James D.Watson من صناعة نموذج من السلك يمثل جزيء ال د. ن. ا. وكان هذا النموذج بمثابة سلم حلزوني تتكون درجاته من الجزيئات القاعدية (تيمين وسيتوزين وجوانين وادينين) بترتيبات مختلفة ويتكون هيكله الجانبي من جزيئات السكر والفوسفات. وقدرت عدد هذه «الدرجات» الموجودة في كروموسومات الإنسان بحوالى اربعة آلاف مليون «درجة» و لو أن كل درجة منها كانت تعبر عن حرف فى اللغة، لملأت

١٠٠ مجلد ضخيم.

واكتشف العلماء ايضا أن «درجات» هذ السلم تتكون كل واحدة منها من اثنتين من القواعد الاربعة، وأن جزيئات هذه القواعد ترتبط ببعضها بنظام ثابت. فإذا كانت احدهما جوانين فلا بد أن تكون الثانية.. سيتوزين، وإذا كانت احدهما ادينين فلا بد أن تكون الثانية تيمين وهكذا، فعند انشقاق السلم طوليا عند وصلات القواعد ببعضها البعض، فإن كل نصف منه يصبح قادرا على استكمال نفسه باجتناب القاعدة الصحيحة واستكمال نفسه. وهو ما يحدث فعلا.

فى عام ١٩٥٩ اجتمع كبار علماء التطور فى جامعة شيكاغو للاحتفال بمرور مائة عام على نشر «اصل الانواع» ولناقشة التطور. وكان الحوار كله يدور عن ال د. ن. أ.

كما ذكرنا من قبل فإن الافارقة فى المناطق الموبوءة بالمalaria يصابون بمرض يسمى «فقر الدم المنجلي» "Sickle - cell anaemia". فى هذا المرض يتغير تركيب جزيء الهيموجلوبين وراثيا ويصبح اكثر مقاومة للمalaria، ولكنه يغير شكل كرات الدم الحمراء فى احوال معينة من شكل القرص إل شكل المنجل. واتضح من الدراسات أن تغير حمض امينى فى جزيء الهيموجلوبين يؤدى إلى صناعة هذا الهيموجلوبين البديل - هيموجلوبين S. واتضح ايضا أن هذا التغير ناتج عن تغير فى ترتيب «القواعد» فى سلم الد. ن. أ. ، وهكذا عرف العلماء أن الد. ن. أ. يحتوى ترتيب قواعد على «شفرة» تنظم صناعة بروتينات الجسم.

وفى عام ١٩٦٢ اتضحت الصورة تماما: لقد ثبت أن الحياة تعتمد فى توارثها على ال د. ن. أ. وأن شفرة أو (لغة) هذا ال د. ن. أ. (الناتجة عن ترتيب «القواعد») واحدة. وهكذا تمكن ليبمان F. Lipman من صناعة هيموجلوبين الارانب باستعمال باكتيريا القولون E. coli. وهكذا ابتداء عصر «الهندسة الوراثية».

قد تكون الهندسة الوراثية اهم التطبيقات العلمية فى ميادين علوم الحياة والطب فى النصف الثانى للقرن العشرين. وقد تتجاوز فى تطبيقاتها أكبر احلام قصص الخيال العلمى طموحا واكثرها جنوحا.



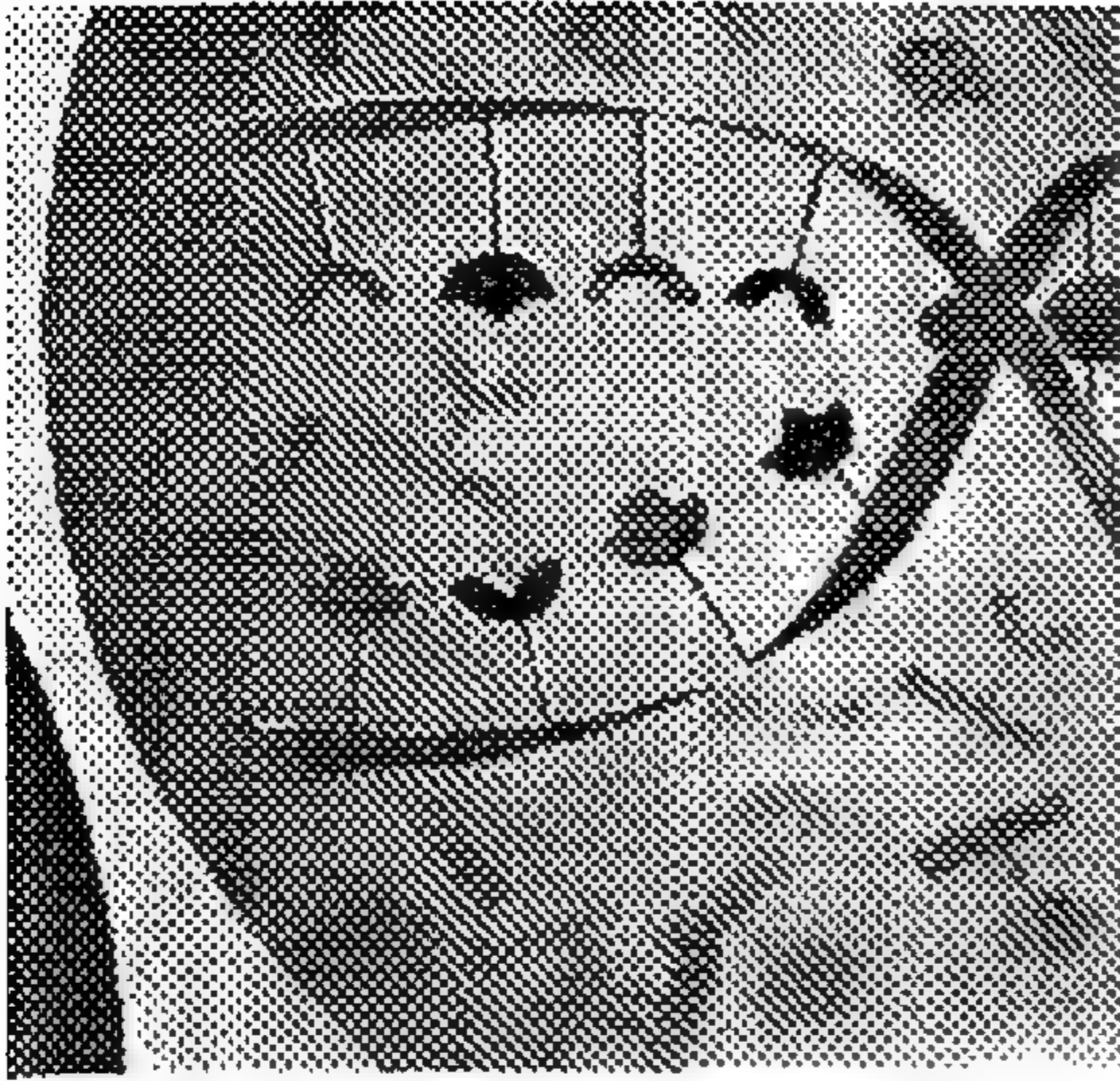
فكما أنه من الممكن نقل كل مؤلفات شكسبير بشفرة مورس التلغرافية المكونة من حرفين فقط (نقطة وشرطة) كذلك تحمل نواة الخلية، كما قلنا، كافة المعلومات اللازمة لتصنيع أى مادة فى الجسم الحى بترتيب هذه المركبات النتروجينية الأربعة على هذا الشريط، أى أنها لغة تتكون من أربعة حروف. وكانت الطفرة الكبرى التطبيقية فى هذا المجال هى المقدرة على حل شفرة بعض اجزاء من الشريط والتدخل فيه لتعديلته. فقد امكن مثلا تغيير اجزاء من الشريط الوراثى لميكروب المصران الغليظ E.coli ووضع معلومات على الشريط تجعل الميكروب ينتج «انسولين» بشرى. وتحولت مزارع هذا الميكروب إلى مصانع تنتج كميات وفيرة من الانسولين وبذلك أمكن للبشرية لأول مرة أن تحصل على «انسولين» بشرى لاستعماله فى علاج مرض السكر بدلا من الانسولين المستخرج عادة من بنكرياس الخنازير.

كما أمكن أيضا تصنيع مادة الانترفيرون Interferon التى اكتشف العلماء منذ خمسينيات القرن العشرين مقدرتها على علاج العديد من الامراض المستعصية.

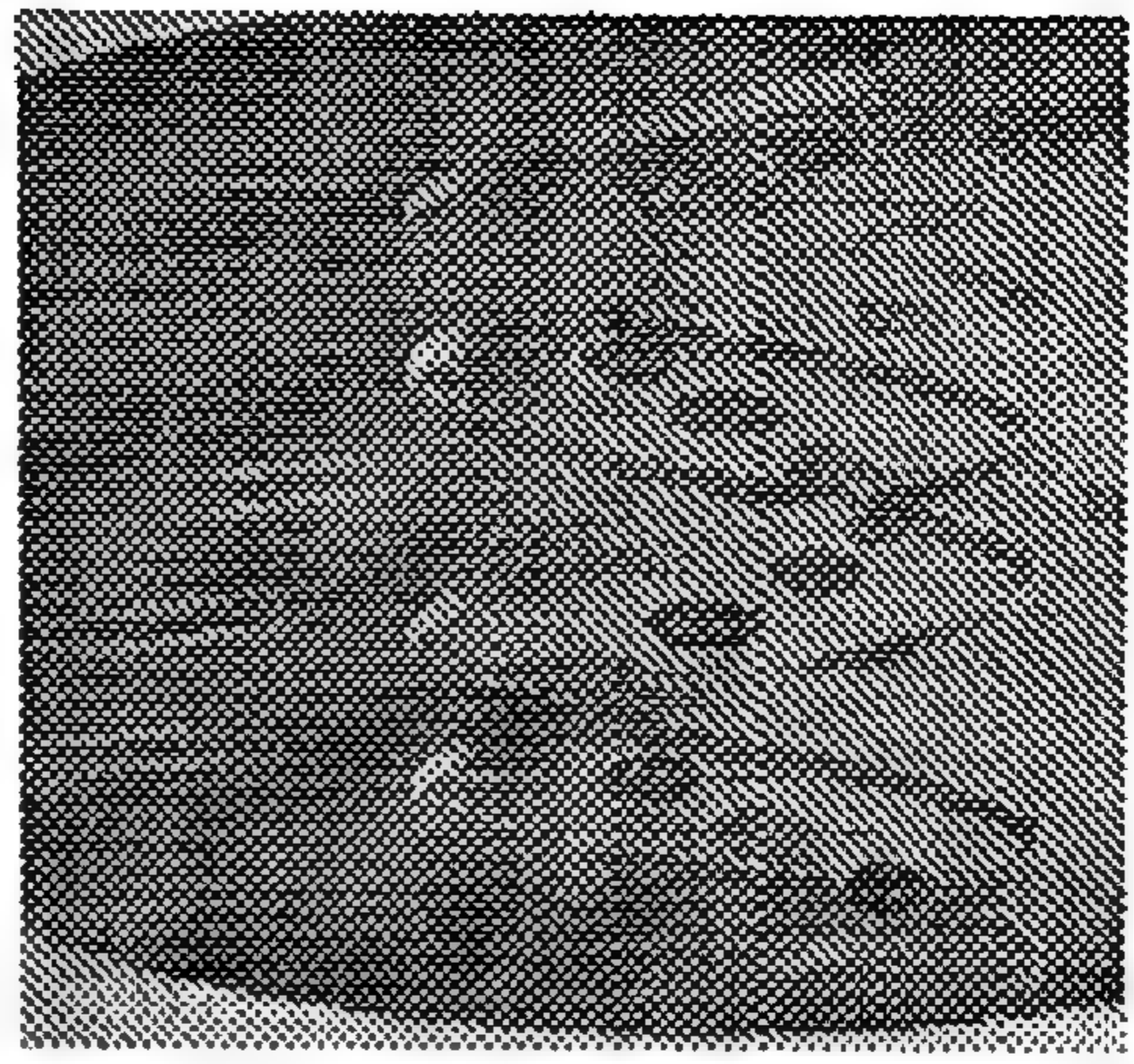
بل وقد أصبح من الممكن الآن باستعمال عملية تدعى Poly-merase Chain Reaction (PCR) قطع الشريط الوراثى واثمام تكاثر قطعة منه ملايين المرات لدراساتها كيميائيا واستعمال هذه الخاصية فى تشخيص الامراض واثبات الابوة والطب الشرعى، كما حدث فى قضية سيمبسون O.J. Simpson الشهيرة فى امريكا.

وهكذا فقد اتضح أن العوامل الوراثية موجودة فى النواة عند الإنسان كالآتى :

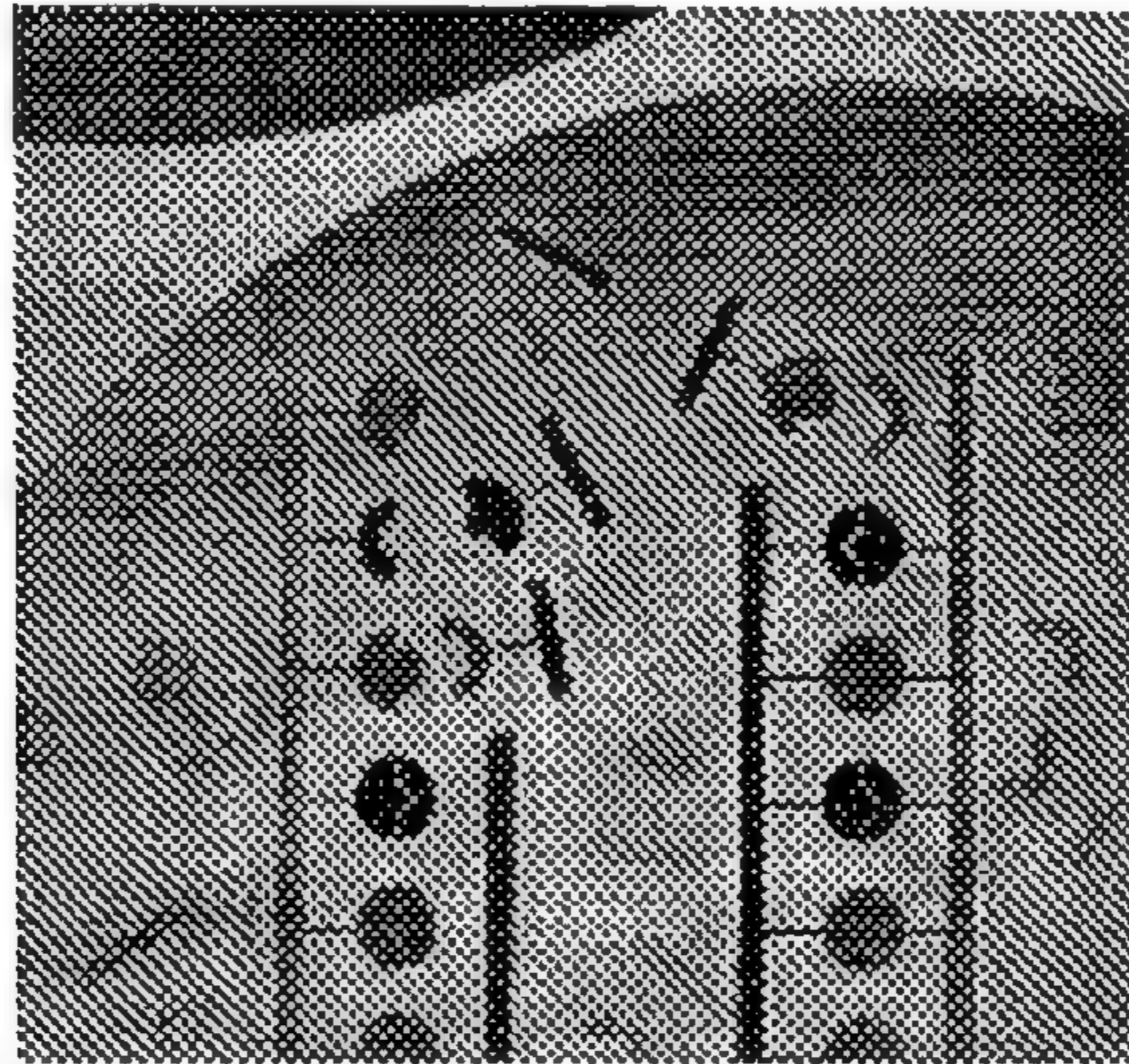
- تتشكل الخواص الوراثية على تتابع درجات ال د. ن. أ. التى يبلغ عددها حوالى ٤ آلاف مليون درجة.
- تنضم كل حوالى مائة ألف درجة على بعضها لتشكل «جينات» يبلغ عددها عشرات الآلاف.
- تتوزع هذه الجينات على شكل مجموعات يحمل كل مجموعة منها كروموسوم من ٢٣ زوج من الكروموسومات.



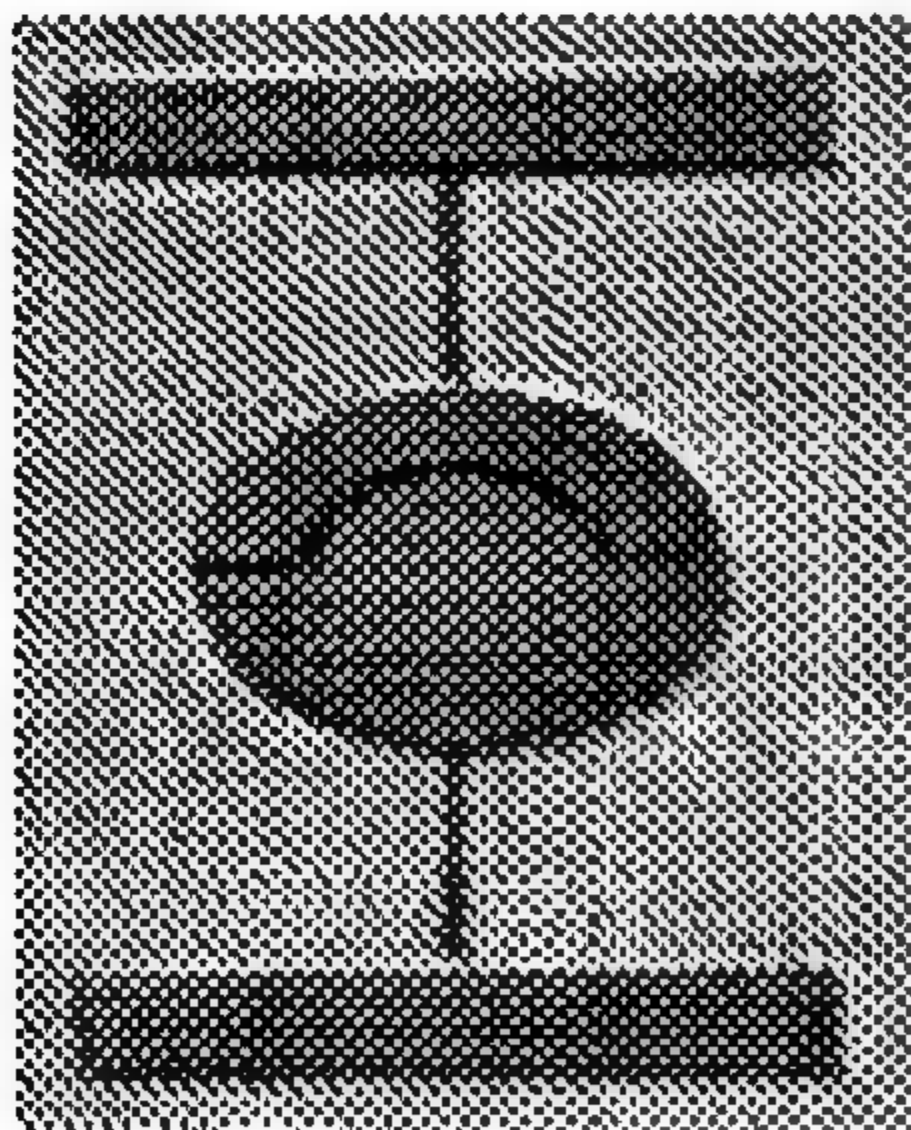
انفطار شريط ال د. ن. ا.



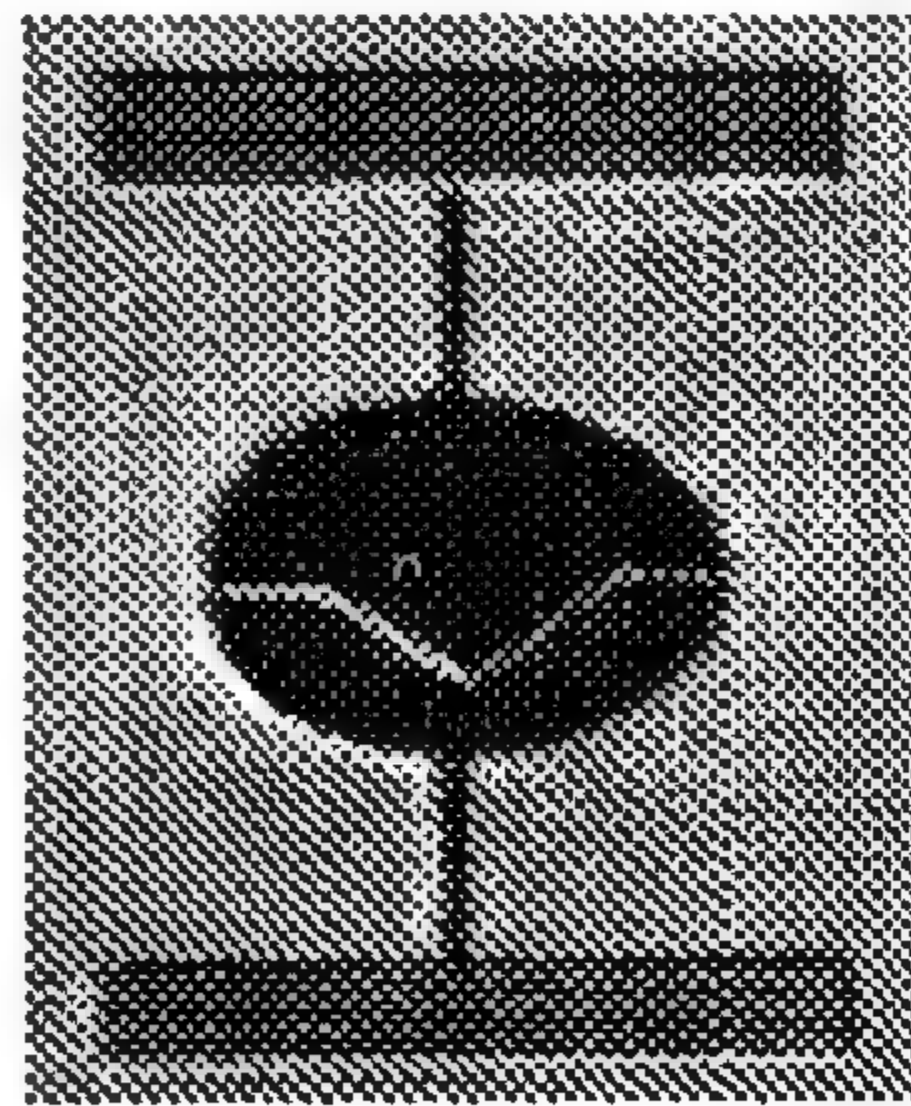
شريط ال د. ن. ا.



استكمال نصفى شريط ال د. ن. أ



والثيمين يرتبط بالادينين



الجوانين يرتبط بالسيتوزين



## ٨ - التكاثر

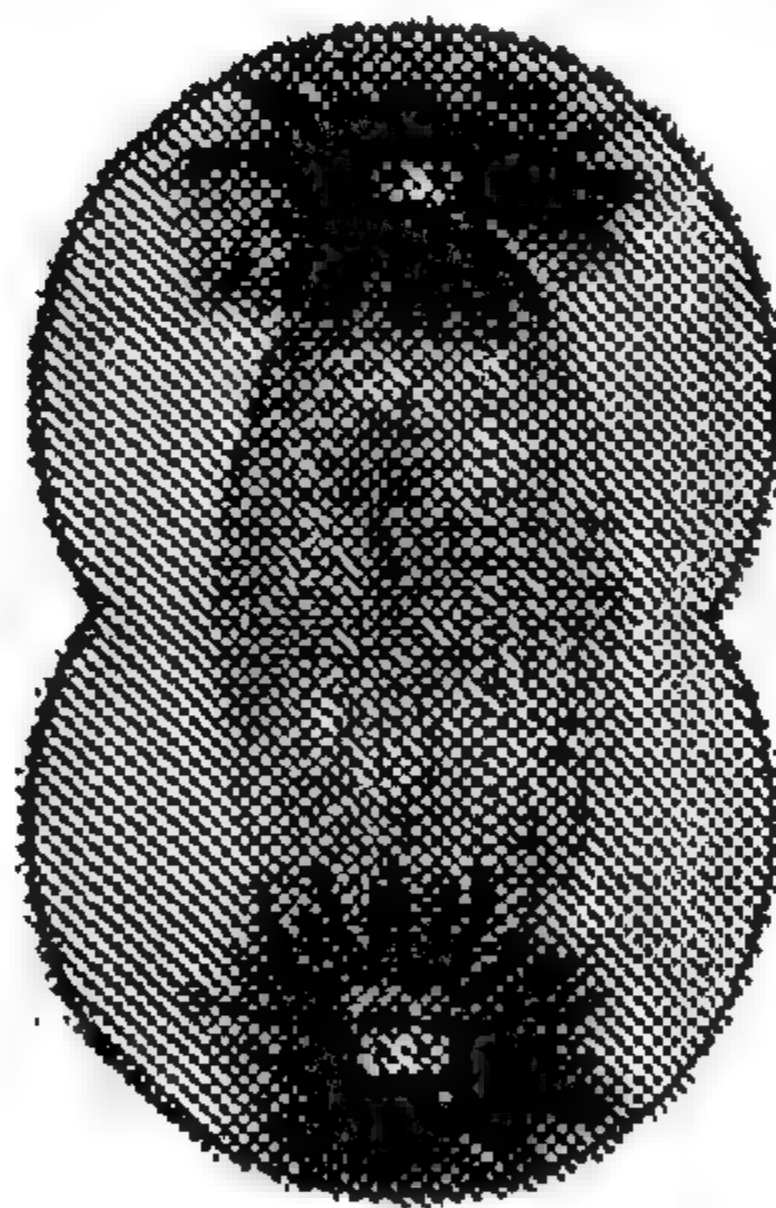
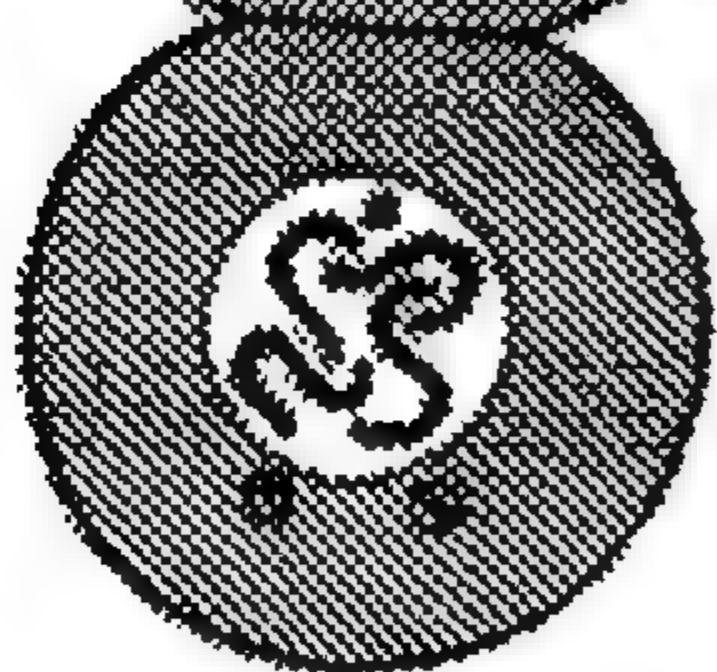
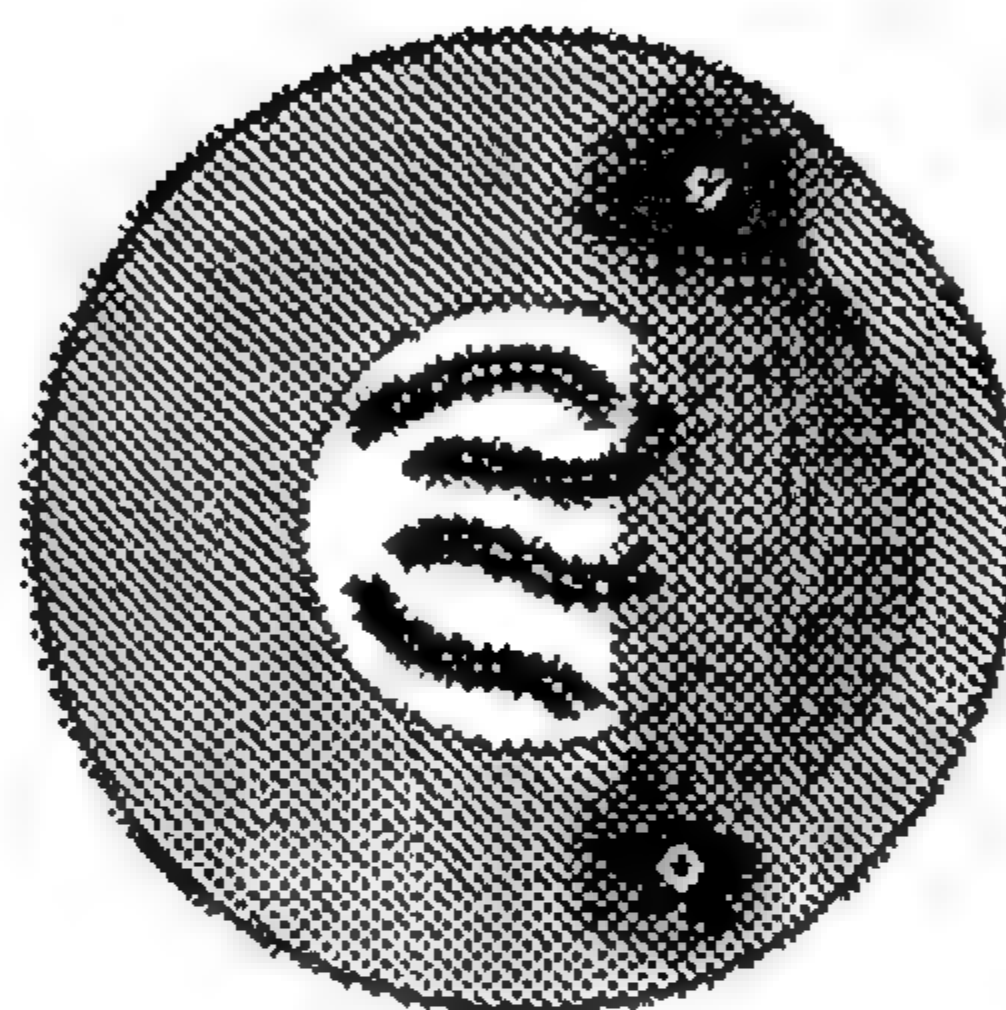
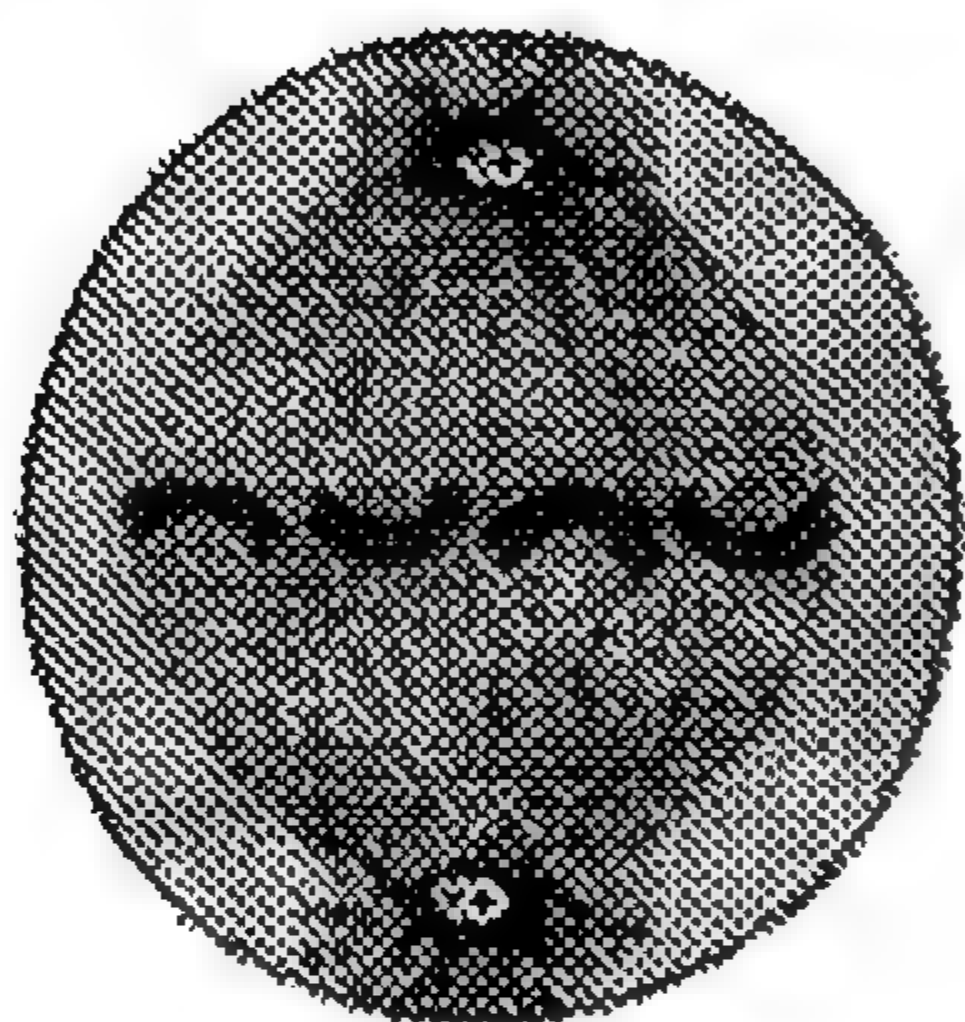
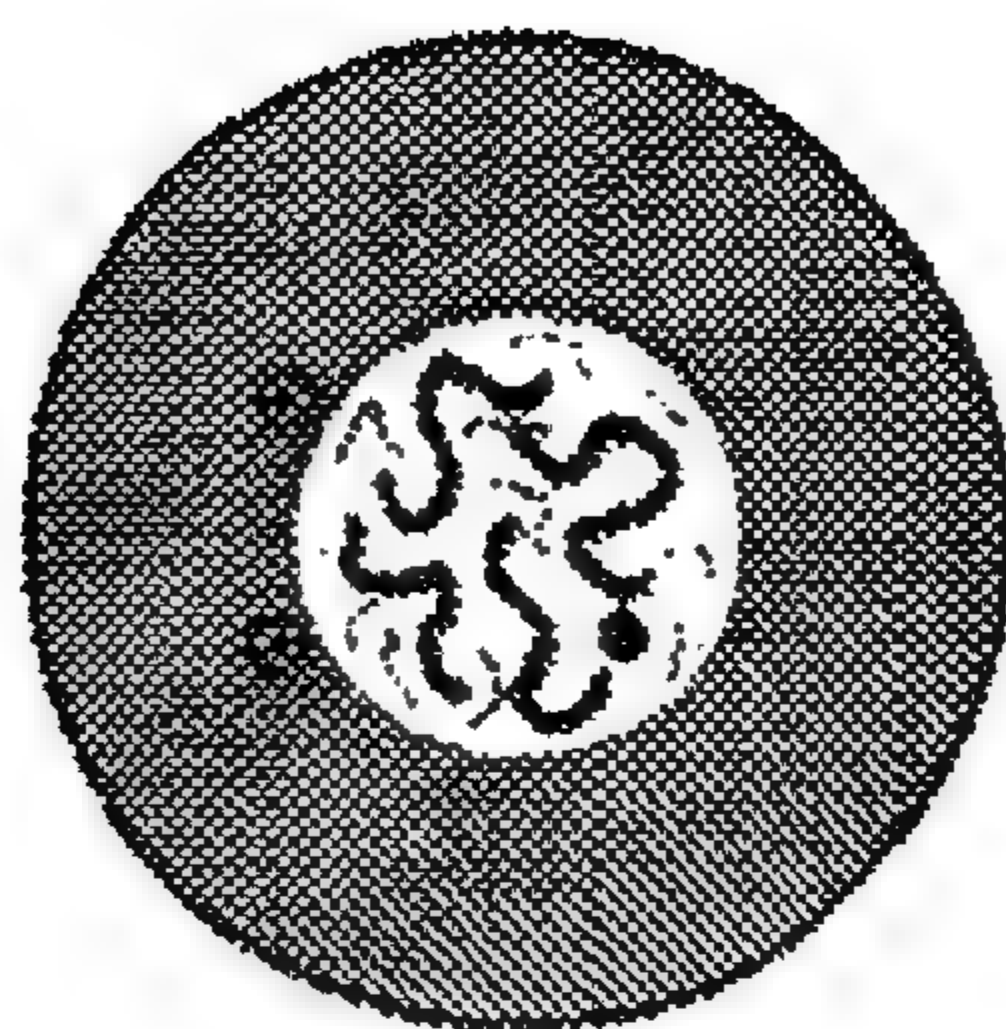
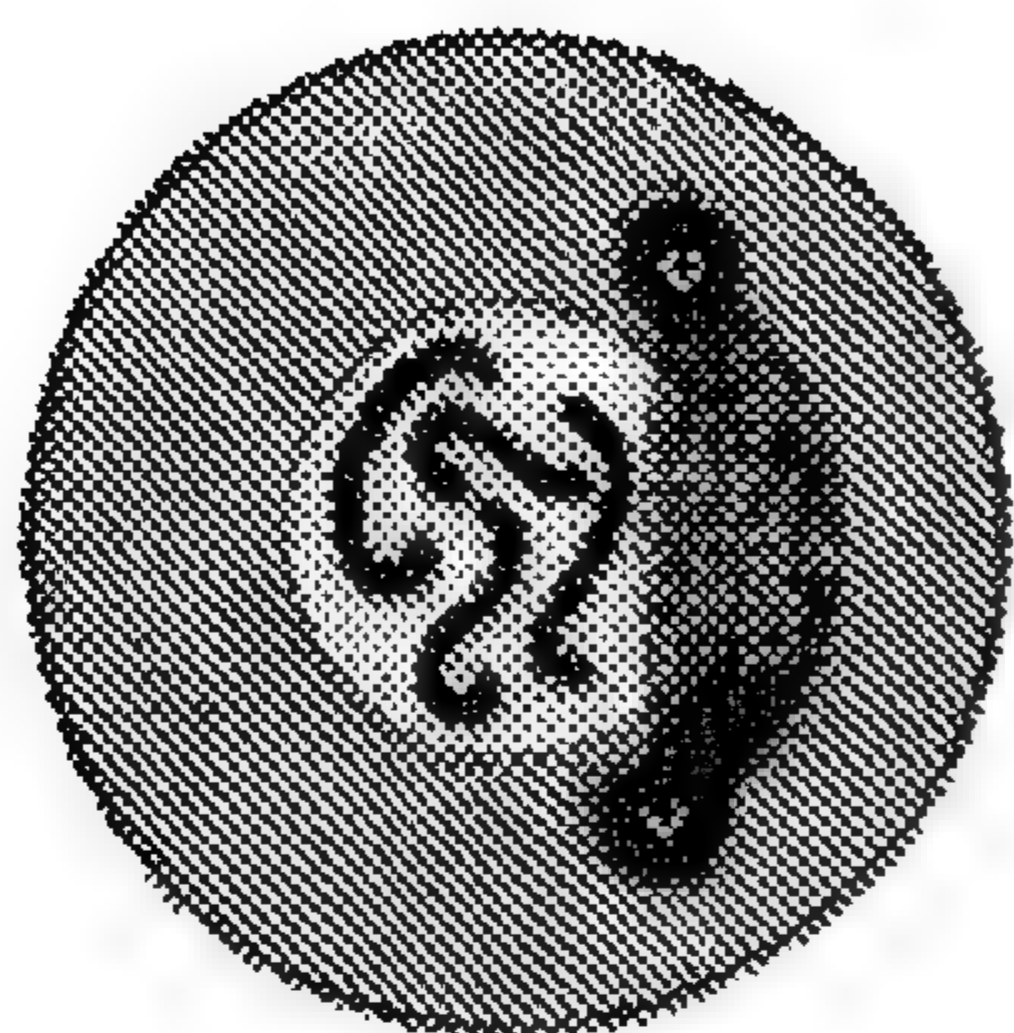
يلعب التكاثر دورا أساسيا في آليات التطور، فمن خلاله تتحدد العوامل الوراثية التي ستصل إلى النسل. ولتكاثر الكائنات الحية وسائل عديدة تتبلور حول ثلاثة مجموعات من الطرق:

ترتبط المجموعة الأولى أساسا بالكائنات الأولية، ويطلق على وسيلتها في التكاثر اسم «التكاثر الخضري» "Vegetative"، ويمثل المجموعة الثانية التكاثر الجنسي في النباتات، أما المجموعة الثالثة، فهي التكاثر الجنسي في الحيوانات.

بالنسبة للتكاثر الخضري فإنه يحدث في أهم مظاهره بانشقاق الكروموسومات الموجودة داخل الخلية طوليا وبذا يتضاعف عددها. ويصحب ذلك تكوين مخروطين من الخيوط يجذب كل منهما نصف الكروموسومات الجديدة إلى قطب الخلية. ويتلو ذلك انقسام الخلية إلى خليتين بكل منهما مجموعة كروموسومات كاملة تزداد سمكا لتصبح كل خلية وحدة تامة.

ويحدث التكاثر في الفيروسات بطريقة أبسط من ذلك: إذا أنه لما كان الفيروس يتكون من شريط من ال د. ن. ا. فإن هذا الشريط ينشق طوليا إلى شريطين يكرر كل منهما نفسه كما أوضحنا من قبل.

ويتمثل العيب الأساسي في الطريقة الخضرية للتكاثر في أنها لا تعطي فرصا لظهور تنوعات في النسل كما يحدث في التكاثر الجنسي، وظهور



الانشطار الخضري للخلية



تنوعات النسل يمثل لبنة اساسية فى آليات التطور. ولكن الاحياء البسيطة تتغلب على هذه العقبة باحداث تغيرات ضئيلة تلقائية فى الشريط الوارثى وبالتكاثر السريع إلى ملايين الاضعاف، وبذا يمكن لآليات التطور (البقاء للأصلح) أن تلعب دورها. وقد تمكنت البكتريا العنقودية Staphylococci بهذه الطريقة من تحويل نفسها بحيث تنتج انزيم Enzyme يقدر على تحطيم البنسلين (ويدعى Penicillinase) وبذا فقد هذا المضاد الحيوى فاعليته على بعض أنواع هذا الميكروب. وقد ظهرت خواص مشابهة فى العديد من البكتريا لعل اخطرها مقدرة الأنواع الجديدة من ميكروب السل (Mycobacterium tuberculosis) على مقاومة المضادات الحيوية التى تستعمل عادة فى علاج المصابين به. بل والأخطر من ذلك، أن هذه الكائنات البدائية يمكنها أن تلتقط أثناء تكاثرها اجزاء من شرائط ال د. ن. أ. الخاصة بالكائنات الأخرى فتكتسب خواصا مناسبة لتكاثرها (مثل مقاومة المضادات الحيوية). وقد امكن، كما ذكرنا من قبل، توليد بكتريا قادرة على صناعة الانسولين البشرى الذى يتسعمل الآن فى علاج مرض السكر بدلا من انسولين الخنازير.

وتمثل التغيرات التلقائية فى الفيروسات عقبة أساسية أمام مقاومتها. فأغلبها يغير طبيعته عاما بعد عام مما يجعل التطعيم ضدها عملية صعبة وغير مجدية. وأشهر مثال لذلك هو فيروس الانفلونزا الذى تضطر مصانع الفاكسينات المضادة له، إلى تغيير انتاجها كل عام ليناسب الفيروسات الجديدة. وقد تمثل هذه الظاهرة ايضا عقبة أساسية فى امكانيات التطعيم ضد الإيدز.

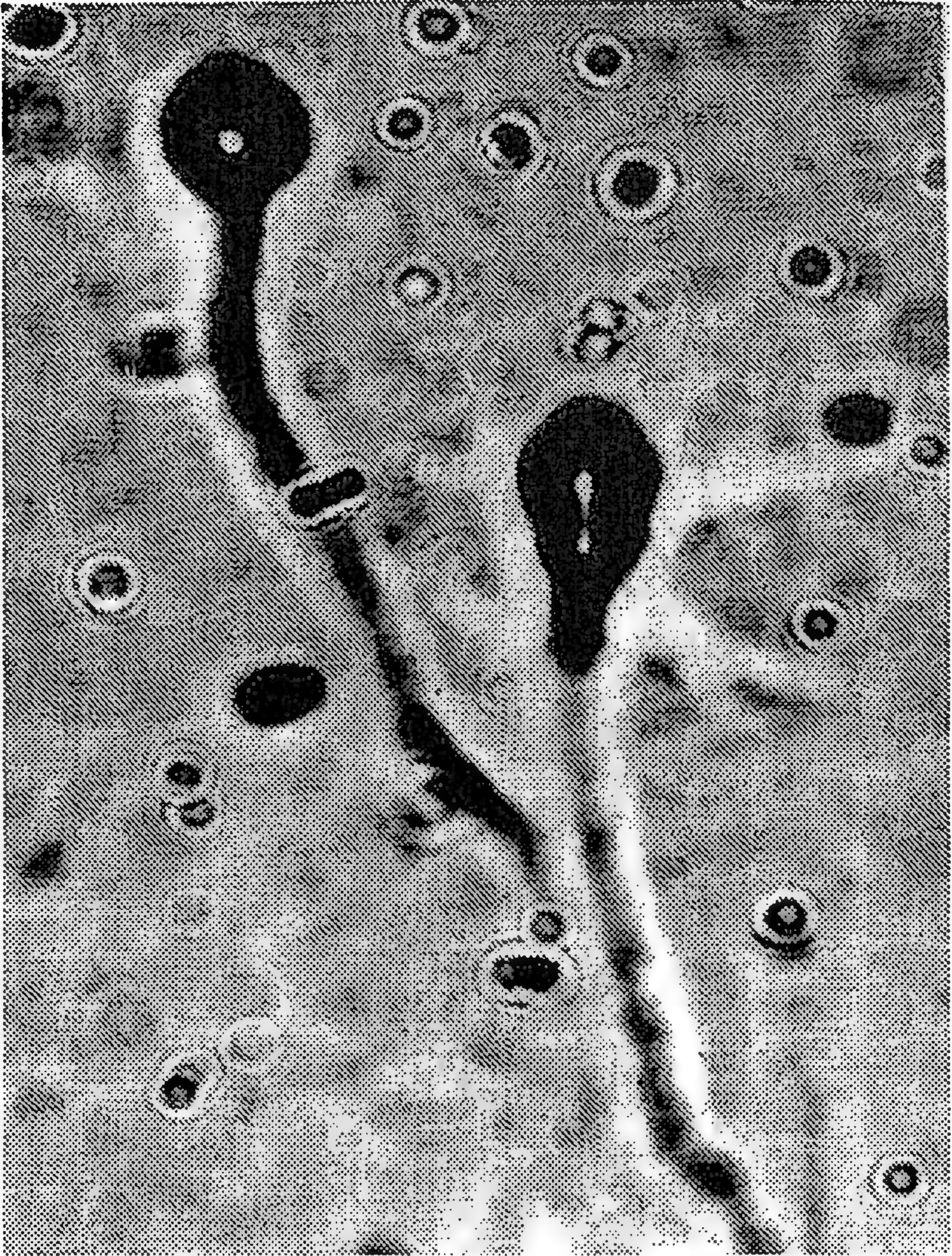
أما فى النباتات الراقية، فإن التكاثر يكون عادة تكاثرا جنسياً؛ ويحدث هذا التكاثر بأن تصل حبوب اللقاح إلى فتحة المبيض وتصل إلى البويضة، ثم تتحد المادة الوراثية لحبوب اللقاح مع مثيلتها فى البويضة لتتكون البذرة داخل الثمرة. وتختوى كل من حبوب اللقاح والبويضة على نصف عدد الكروموسومات الموجودة فى خلايا النبات. وعندما يحدث التلقيح يكتمل العدد ويتحدد الخواص الوراثية طبقا لقوانين مندل.

ويحقق هذا التكاثر الجنسي للنبات فرصة اختلاط الأنواع وتكوين نسل يختلف عن بعضه البعض بما يسمح لآليات التطور بالعمل. ولكن هذا النوع من التكاثر يفرض ضرورات جديدة إذ لابد أن تنتقل حبوب اللقاح من زهرة الى أخرى. ولتحقيق هذا الغرض اكتسبت أغلب النباتات خواصا معينة، منها اغراء الحشرات والطيور باللون والرائحة والرحيق للوقوف على الزهرة وحمل حبوب اللقاح على جسمها من زهرة إلى أخرى. وفي بعض أنواع النباتات التي أثر الإنسان في خواصها الوراثية يحتاج الأمر إلى تدخل الإنسان لاتمام اللقاح ، كما يحدث في نخل البلح.

أما في المملكة الحيوانية فإن التكاثر يحدث بالاتصال الجنسي. وذلك بوصول الحيوانات المنوية من الذكر إلى مهبل الأنثى، ثم عنق الرحم، ثم الرحم، إلى أن يصل إلى البويضة فيلقحها. وتنتج الأنثى عادة بويضة واحدة كل فترة معينة، وهي كل شهر في الإنسان وكل ستة اشهر في الكلاب. أما الذكر فإنه ينتج ملايين من الحيوانات المنوية تصل في الإنسان إلى حوالي ٨٠ مليون في السنتيمتر المكعب من السائل المنوي، ويحمل نصفها كروموسوم "X" الخاص بالأناث ونصفها الآخر كروموسوم "Y" الذي ينتج ذكورا. ويصل حيوان منوي واحد إلى البويضة فإذا وجد الفرصة الملائمة فيلقحها. ولما كان عدد الكروموسومات في كل من البويضة والحيوان المنوي هو نصف عدد الكروموسومات الموجودة في خلايا الجسم الأخرى، فإن التلقيح ينتج عنه اكتمال عدد الكروموسومات.

وتحاط عملية التلقيح في الحيوانات الراقية بالعديد من الضمانات لتأكيد احتفاظ النوع بسماته وتحسينها إن أمكن. ففي كثير من الأنواع يتصارع الذكور صراعا عنيفا على الاناث وتكون الغلبة طبعاً للأقوى. ولعل هذا هو السبب الأساسي في نمو القرون لذكور الوعول لتساعد على اكتساب المعارك القاسية التي يجتازها الذكور للحصول على الأناث، ولعل هذا هو السبب أيضا في ظهور معرفة ذكور الأسود لحماية الرقبة من أنياب الذكور المنافسة. وفي الذئاب





الحيوانات المنوية البشرية



والكلاب يظل الذكر ملتصقاً بمهبل الانثى بعد العملية الجنسية لفترة معينة  
ليعطى وقتاً لتلقيح البويضة لضمان عدم خلط حيوانات الذكر المنوية بحيوانات  
الذكر المنوية من قد يتلوها من الذكور. وتكتسب الذكور من الطيور الوانا رائعة  
الجمال لاكتساب رضاء الاناث وفي كثير من الأنواع يمارس ذكور الأسماك  
والطيور (وأحيانا الاناث أيضا) رقصات معقدة للدعوة للجنس.

ولعل فيما يحدث الآن أمام أعيننا في غرب أفريقيا مثالا واضحا لعمل  
آليات التطور خلال التكاثر:

فكما اوضحنا من قبل ، فإنه أحيانا يصيب خطأ ما الشريط الوراثي  
الخاص بصناعة الهيموجلوبين (المادة الحمراء الموجودة في كريات الدم  
والمسئولة عن نقل الاكسجين من الرئتين إلى باقى الجسم) ويؤدى هذا الخطأ  
إلى تغير أحد آلاف الجزيئات المكونة للهيموجلوبين (من الاحماض الامينية)  
وينتج عن ذلك نوع من كريات الدم يختلف عن النوع العادى الموجود فى  
الإنسان الطبيعى، ويرث الأبناء عن الآباء هذا الخطأ بصورة تعتمد على وجود  
الخطأ فى الأب أو الأم فقط أو فيهما معا. وبينما يشكل هذا الهيموجلوبين  
عيبا فى كريات الدم إذ يغير خواصها، فإنه فى نفس الوقت يعطى صاحبه  
مناعة نسبية ضد مرض الملاريا.

وفى نيجيريا مثلاً حيث عمل كاتب هذه السطور لمدة سنتين، يحمل حوالى  
٣٠٪ من السكان هذا النوع من الهيموجلوبين. وفى دراسة على السيدات  
الحوامل وجد أن نسبة الحوامل الحاملات لهذا الهيموجلوبين هى ٣٠٪ كباقي  
اهل البلد. ولكن، مع تقدم اشهر الحمل، فإن العديد ممن لا يحملن هذا  
الهيموجلوبين يصبون بالملاريا ويفقدن حملهن. وهكذا، وتدرجيا ومع تقدم  
اشهر الحمل، ترتفع نسبة المصابات بهيموجلوبين S حتى تصل إلى ما يقرب  
من ٥٠٪ وترتفع بالتالى نسبة المواليد المصابين بهذا الهيموجلوبين مما يؤدى  
إلى ارتفاع نسبة المصابين به بين الأهالى.

هكذا يلعب التكاثر دوراً أساسياً فى آليات التطور.



## ٩ - تشابهات واختلافات

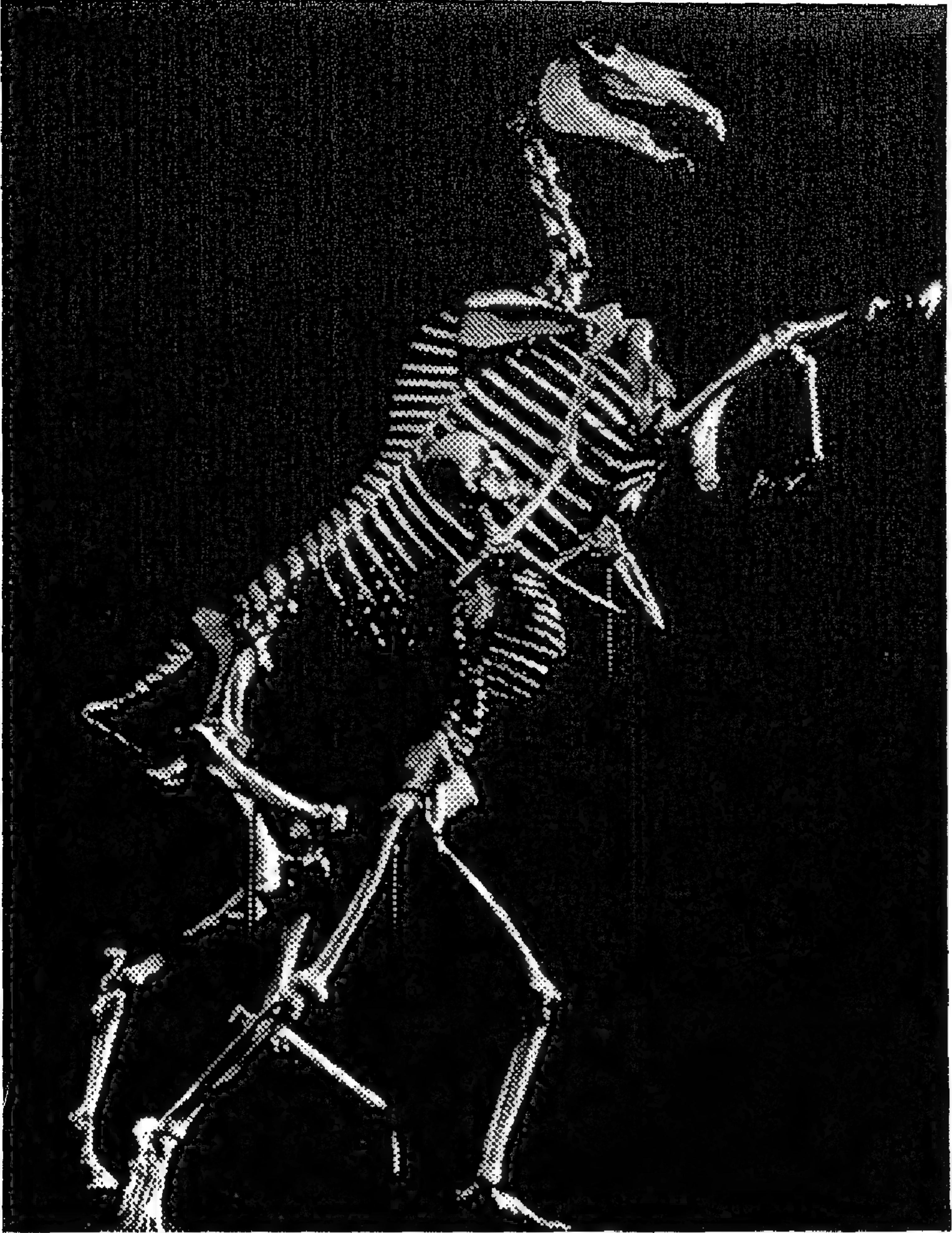
لم يكن داروين، رغم دأبه وعمله المثابر لمدة عشرين عاما، يعلم مدى عمق واهمية ما اكتشفه. فلم تكن المعرفة العلمية قد وصلت ذلك وقت إلى مايسمح بذلك. ولكننا نستطيع الآن أن نرى الصورة بوضوح وأن نتعجب لجمال التفاصيل.

فقد اخذ العلم الحديث من التطور الكثير، واخذ التطور من العلم الحديث الكثير ايضا. يكفي أن نتذكر تطابق الشريط الورااثى لكل الكائنات الحية فى الخواص الأساسية وفى طريقة التكاثر بالانشقاق. وأن كل التغيرات التى حدثت فى هذه الكائنات كانت عن طريق تعديلات واضافات تدريجية فى الشريط. ويكفى أن نتذكر أن الاميبا المتواضعة والشجرة الباسقة قادران بجهاز متطابق على قراءة الشريط الورااثى للإنسان.

ولكن التشابهات والاختلافات تذهب إلى افاق أخرى واسعة يجب أن نتذكرها:

ففى مجال التشريح نجد أن كل عظمة فى الأسد وفى الحصان موجود مثيل لها فى الإنسان وفى الفئران والقطط والكلاب. وبهذا، وبهذا فقط، نستطيع أن نفهم سبب وجود هذا الجزء الدقيق عديم الوظيفة المتبقى من الذيل والموجود اسفل العمود الفقرى للإنسان. وبهذا، وبهذا فقط، نستطيع أن نفهم سر وجود هذه العظام الموجودة فى الثعبان وفى الحوت والتى تمثل «بقايا» الانزع والاقدام.

ويمتد الشبه إلى كل الفقرات. وقد يتساءل القارئ بعد زيارة لحديقة الحيوان «لماذا تتنى النعامة ركبتها إلى الأمام؟» سيدى الفاضل. هذه ليست «ركبة» النعامة، إن المفصل الذى تراه هو رسغ النعامة (مفصل القدم) ankle وما تفترض أنه الساق هو عظام القدم. بل أن التشابه، بل التطابق، يصل إلى أدق الاشياء. فالتركيب الكيميائى لعظام الإنسان Hydroxy apatite



الهيكل العظمي للرجل والخصان



مطابق للتركيب الكيميائي لعظام الفأر والوطواط والضفدعة. فالطبيعة لا تنسى ما حققته بالانتخاب الطبيعي وإنما تضيف إليه وتحسنه.

ولعل مجال ما اطلق عليه اسم «علم الكيمياء الحيوية المقارن Comparative biochemistry هو اكثر المجالات ابهارا بما يمكن أن يفعله التطور في مدى أربعة آلاف مليون عام. وليسمح القارىء ببعض الاستطراد في سرد بعض الامثلة الخلابة:

يحتوى جسم الإنسان العادى (٦٠ - ٧٠ كجم) على حوالى ٤٥ لتر من الماء، منها ٣٠ لتر موجودة داخل خلاياه الحية Intracellular ، و١٥ لتر موجودة خارج هذه الخلايا Extracellular (مصل الدم مثلا). وتحمل هذه المياه كميات متباينة من العناصر والجزيئات المختلفة التى تتأين فتفقد أو تكتسب عددا من الالكترونات تكسبها شحنة كهربائية، ويطلق عليها لذلك اسم كهربائيات Electrolytes. واهم هذه العناصر والجزيئات هى الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكلور والفوسفات والكربونات. هذا سهل وواضح وغير مبهر. ولكن: يختلف تركيز هذه العناصر فى السائل الموجود «داخل الخلايا» اختلافا كليا عن تركيزها فى السائل الموجود خارج الخلايا. فالسائل الموجود داخل الخلايا (كل الخلايا الحية) غنى بالبوتاسيوم والفوسفات. والسائل الموجود خارج الخلايا غنى بالصوديوم والكلوريد والكربونات. وهنا تبدأ الصورة فى الوضوح: فالحيوان البدائى الذى يعيش فى البحار لا يحتاج إلى «سائل خارج الخلايا»، فمياه البحار توفر له البيئة الملائمة لمعيشته وليست به بالتالى إلا «السائل داخل الخلايا» (الغنى بالبوتاسيوم والفوسفور). ولكن، عند خروج الاحياء من مياه المحيطات إلى سطح الأرض، فيما اطلق عليه الجيولوجيون اسم «الانفجار الكامبرى» Cambrian explosion، احتاجت الكائنات إلى ما يماثل مياه البحار ليحيط بخلاياها، ومن هنا كان السائل خارج الخلايا الذى يشابه فى تركيبه مياه البحار والذى اسماه كلود برنار Claude Bernard، عالم الفسيولوجيا المشهور، «البيئة الداخلية» Milieu interieur. ويزيد الصورة ابهارا أن تركيب «السائل خارج الخلايا» يختلف

فى بعض التفاصيل عن تركيب مياه المحيطات الآن. فكمية الصوديوم والمغنيسيوم فى مياه البحار اكتر من مثيلتها فى مصل الدم فى الإنسان. ولكن، وهنا المفجأة: يطابق تركيب مصل الدم فى الإنسان الآن ما كانت عليه مياه البحار منذ ألفى مليون سنة أى أن المملكة الحيوانية بأكملها تحتوى حتى الآن على «حفرية» لمياه البحار من العصر الكامبرى!!!

اتريد المزيد ايها القارئ العزيز؟ إليك بعض الاختلافات.

ينتهى ايض (تمثيل) كل المواد البروتينية إلى مادة الأمونيا Ammonia (النشادر) - التى تستمد اسمها من اسم أمون وكانت تستعمل فى «إحياء» المغمى عليهم - وبالنسبة للحيوانات البدائية التى تعيش فى المياه فالتخلص من هذه المادة عملية سهلة وبسيطة. أما بالنسبة للحيوانات التى تعيش على سطح الأرض فإن التخلص من الأمونيا - وهى مادة شديدة السمية - مشكلة لا بد من حلها قبل غزو الأرض. ولذا، فقد اضيف إلى وظائف الكبد فى الحيوانات الراقية وظيفة أخرى هى تحويل الأمونيا إلى مادة أخرى عديمة السمية أطلقا وهى البولينا Urea (مريض البولينا لايموت من البولينا وإنما من تراكم مواد أخرى لفشل الكلى).

اتريد المزيد ايها القارئ العزيز؟ تعيش بعض الحيوانات (مثل الزواحف والطيور) فى مرحلة داخل بيضة صلبة، فإذا تراكمت البولينا داخل البيضة خلال فترة الحضانة، فإنها رغم انعدام سميتها، تؤثر فى الخواص الفيزيائية للسوائل الموجودة بالبيضة (الضغط الاوزموسى .. إلخ) ولذلك، فإن الطيور والزواحف، لا تحول الأمونيا إلى بولينا، إنما تحولها إلى حمض البوليك Uric acid (وهو مادة شحيحة الذويان فى الماء) يترسب عند تكوينه فى جنب البيضة دون أن يؤثر فى السوائل المحيطة بالجنين.

هذه الظواهر، التى تطلبت آلاف من التعديلات، دفعت هومر سميث Homer W. Smith، أحد كبار علماء الكلى، إلى نشر كتاب باسم «من السمكة إلى الفيلسوف From fish to philosopher اثبت فيه أن تطور السمكة إلى الإنسان كان من أهم أسلحة هذه العمليات الكيميائية وما صاحبها من تطور فى جهاز الكلى.



## ١٠ - الديناصورات

لو علمنا أطفالنا بدلا من النصوص التي يرددونها كالبيغاء، أن يحبوا الورد والفل، وأن يهتموا بالطيور والأسماك ، وأن ينشغلوا بمستقبل الحيتان والدرافيل، لما تحول هؤلاء الأطفال في الكبر إلى وحوش يحملون السنج والجنازير والقنابل لقتل بعضهم البعض وللاعتداء على الأبرياء والنساء والاطفال والشيوخ. وأكثر الفضائل الإنسانية الثابتة التي تنص عليها الأديان والتي تتبناها الاخلاقيات والسلوكيات الطيبة تنبع من مصدر واحد فطر عليه الإنسان وهو «حب الحياة». قد يضيق هذا الحب أحيانا حتى يشمل الإنسان الفرد نفسه، وقد يتسع ويتعمق حتى يشمل الأسرة فالوطن والجنس البشري بأكمله، ثم يبلغ أقصى درجاته بأن يصل إلى حب عميق لأغلب أوجه الحياة على الأرض.

وقد علمنا داروين أن الحياة على سطح الأرض متغيرة، وأن العديد منها يظهر ثم يختفي، ونحن نعلم الآن أنه يختفي كل يوم ما بين ٤٠ و ١٤٠ نوعا من الأحياء. ونحن نعلم أيضاً أن هناك حيوانات اختفت امام أعيننا ومنها طائر الدودو, dodo ونعلم أن هناك حيوانات مهددة بالانقراض منها الخرتيت والباندا والنمر الأبيض. ولعل قصة اختفاء الديناصورات هي أكثر قصص علم الأحياء إثارة للفضول والمحاولة التفهم.

تعتبر الحقبة التي مربها كوكب الأرض، والتي بدأت منذ حوالي مائتي مليون سنة، وانتهت منذ حوالي خمسة وستين مليون سنة، من أكثر الفترات إثارة لفكر وخيال الإنسان، فقد ساد الكوكب خلال هذه الفترة، ولدة تقرب من مائة وأربعين مليون عام، مجموعة من الزواحف الضخمة تدعى





تصور فنان لتيرانوسورس ركس



## «الديناصورات» Dinosaurs.

وكلمة «ديناصور» تتكون في أصلها اليوناني من مقطعين، وهى تعنى «السحلية المخيفة» وتتكون مجموعة الديناصورات من زواحف شديدة الضخامة، عاش بعضها على الأرض، وبعضها عاد إلى مياه البحار وعاش بها، وبعضها تحولت اطرافه الأمامية الى اجنحة وطار فى الجو وكون فيما بعد تلك المجموعة من المملكة الحيوانية التى نطلق عليها الآن اسم «الطيور». ومن الغريب أن العودة للمياه، تيار يتكرر دائما فى المملكة الحيوانية. فبعد عودة بعض الديناصورات إلى المحيط، وبعد نشوء الثدييات، انفصلت مجموعة من الثدييات عادت هى الأخرى إلى مياه المحيطات لتفقد أقدامها واذراعها تقريبا وتحول إلى حيتان وبرايفيل وسباع البحر. كان من الديناصورات من يأكل الأعشاب Herbivorous، وكان منها من يعيش على اللحوم Carnivorous، وكان النوع الثانى يعتمد فى غذائه طبعا على النوع الأول.

وقد أكثر مخرجو السينما من إنتاج افلام تصور صراعا بين الإنسان والديناصورات، ولكن الحقيقة أن ستين مليون عام قد مرت بعد أنتهاء عصر الديناصورات قبل أن يظهر جدود الإنسان منذ حوالى خمسة ملايين سنة. كان أكبر الديناصورات آكله اللحوم من نوع يدعى تيرانوصورس ركس Tyrannosaurus rex، وقد اكتشف فى عام ١٩٨٨ فى جبال مونتانا فى الغرب الأمريكى هيكل عظمى كامل تقريبا لاحداها، وقد بلغ طول هذا الحيوان حوالى خمسة عشر مترا، وقدر وزنه بحوالى سبعة أطنان. وظهر من دراسة عظام هذا الكائن أنه كان يقف على أقدامه الخلفية وقدرت سرعته عند الجرى بحوالى ٦٠ كيلو متر فى الساعة.

شغلت ظاهرة اختفاء الديناصورات أفكار الباحثين والعلماء. فبعد أن سادت هذه المجموعة الكوكب لمدة مائة وأربعين مليون عام اختفت فجأة ولم يبق منها على حاله إلا بعض أمثال قليلة مثل التماسيح والايجاتور. وهناك عدة نظريات لتفسير هذه الظاهرة، اهمها نظرية تفترض سقوط نيزك ضخم

على سطح الأرض أدى إلى إثارة سحب من التراب والبخار، وظلام الكوكب وبرودته لقرون عديدة، لم تتحملها هذه الحيوانات باردة الدم. وعلى كل حال فبعد أن سادت هذه المجموعة الأرض لمدة مائة وأربعين مليون سنة اختفت لتحل محلها في سيادة الأرض مجموعة من الحيوانات بدأت بحيوان صغير شبيه بالفأر الصغير shrew، دافئ الدم ويعيش على الحشرات، وكان هذا الحيوان من أوائل الحيوانات الثديية.



## ١١ - مهد الإنسانية

يتربع الجنس البشرى *Homo sapiens, sapiens* على قمة أحد أفرع شجرة المملكة الحيوانية. وكل خلية في جسده مزودة بشريط معلومات وراثي يحتوى على أربعة آلاف مليون معلومة (أو Bit حسب لغة الكمبيوتر - الفيروس ١٠,٠٠٠ معلومة) تراكمت بالانتخاب الطبيعي خلال ما يقرب من أربعة آلاف مليون سنة، هي عمر الحياة على كوكب الأرض. ورغم أن هذا الشريط لا يختلف عن مثيله في أبناء العمومة من القردة الكبيرة (الشمبانزى والغوريلا والاورنج اوتان) إلا بمقدار ٢٪، فإن هذه النسبة الضئيلة قد تركز مفعولها أساساً في المخ، حيث اضيف مخزن أضافى كهروكيميائى للمعلومات يمكن أن تصل سعته إلى ١٠ تريليون معلومة.

خلال عمر الحياة على سطح الأرض ظهرت واختفت ملايين الأنواع من الحيوانات: ظهرت الفيروسات، ثم الحيوانات وحيدة الخلية، ثم الجوف معويات، والرخويات، ثم ظهرت بعض الحيوانات الفقرية البدائية (مثل اللامبرى والامفيوكسس) ثم ظهرت الحيوانات ذات الفقرات الغضروفية (مثل القرش والمانتا) ثم الأسماك العظمية فالبرمائيات (مثل الضفادع) التى خرجت بالحياة من مياه البرك والمحيطات إلى سطح الأرض. ثم ظهرت الثدييات التى تطور بعض منها إلى الحيوانات الرئيسة *Primates* (كالليمور والقردة والغوريلا).

ومنذ حوالى ثمانية ملايين سنة ظهر فى غابات أفريقيا الجميلة الغنية نوع من هذه الحيوانات الرئيسة يمشى على قدميه ويستعمل يديه فى أغراض

أخرى. وسميت هذه المجموعة عند اكتشاف حفرياتها نظراً لهذه الخاصية (ولغيرها) باسم «شبيه الإنسان» (هومينيد Hominid) وكان أقدم ما اكتشفت منها هياكل لكائنات أطلق عليها اسم «قردة الجنوب» Australopethicus عرف منها ثلاثة أنواع: A. Afarensis, A. Robustus, A. africanus، نوع من الأحياء أقرب شبيهاً بالإنسان وقادر على استعمال يديه بذكاء، سمي «هومو هابيليس» Homo habilis.

وتطور من الهومو هابيليس منذ حوالي مليوني عام نوع آخر من الأحياء معتدل القامة سمي «هومو اريكتس» Homo erectus تكاثر، وهاجر إلى كافة أرجاء المعمورة، ووجدت له آلاف من الحفريات واكتشفت جماجمه في الصين والجزائر وأندونيسيا وأوروبا. ويجمع العلماء على أنه قبل هجرة الاريكتس إلى أرجاء المعمورة كان وجود أجداد الجنس البشري مقصوراً على إفريقيا الجميلة العظيمة التي أطلقوا عليها اسم مهد الجنس البشري «The Cradle of Humanity» .

وكما ذكرنا من قبل، فإن العلماء يحاولون تبسيط مسائل الزمن باختصار ملايين السنين إلى فترة محددة صغيرة. ولقد سبق لنا اختصار تاريخ الكون بأكمله إلى سنة، وسنحاول هنا اختصار تاريخ عمر الحياة على الأرض إلى سنة. فلو اختصرنا عمر الحياة على كوكب الأرض إلى عام واحد يمثل كل يوم فيه عشرة ملايين عام تقريباً، فإن الهومينيد تكون قد ظهرت صباح اليوم الأخير من هذا العام، والاريكتس ظهر حوالي الساعة التاسعة مساءً نفس هذا اليوم. أما جنسنا البشري (هومو سابينس) فقد ظهر قبل منتصف ليل اليوم الأخير بنصف ساعة تقريباً. أما كل من نعرفه من التاريخ من شعراء وأدباء وكتاب وملوك وقادة فلا يشغلوا إلا الثواني الأخيرة من العام (١٠ آلاف سنة).

تمكن العلماء من تقديم صورة شبه كاملة عن تطور الإنسان إلى شكله



الحالى. وكانت اسلحتهم الرئيسية فى دراساتهم هى:

**أولاً:** دراسة الحفريات. وتتكون الحفريات أساساً من عظام أو بقايا عضوية ترسبت فيها على مدى السنين أملاح السيليكا ولكنها احتفظت بشكلها الأصلي (مثل الغابة المتحجرة فى وادى حوف فى مصر). كما تتكون أيضاً من الآلات التى كان يستعملها الإنسان، ومن بقاياها فى أماكن معيشتها المختلفة، ومن آثار أقدماء... الخ. ويمكن باستعمال القياسات الذرية تحديد عمر الحفريات بدقة معقولة، ويمكن أيضاً بدراسة الحفريات العظمية استنتاج أشياء عديدة هامة: فدراسة الأسنان تعطى كنزاً من المعلومات عن حياة صاحبها، ودراسة قاع الجمجمة يمكن أن تحدد مقدرة الكائن على الكلام (انظر بعده). وقد تم حتى الآن الكشف عن آلاف الحفريات العظمية من الجذور الأولى للإنسانية التى درست وحفظت بعناية.

**ثانياً:** بدراسة الشريط الوراثى (D.N.A.) الموجود داخل الخلايا ومراجعة تركيبه ومقارنته يمكن معرفة الكثير عن التاريخ الوراثى للكائن الحي. فخلال سنين التطور تتراكم أخطاء على الشريط وتبقى فى مكانها عليه ويمكن بدراستها تحديد خط التطور.

أهم خاصية تتمتع بها مجموعة حيوانات الهومينيد هو استعمالها للقدمين فى المشى (باستمرار وليس مؤقتاً مثل بعض الحيوانات الأخرى) وتحرير اليدين. وقد انتقل هذا الأسلوب فى الحياة بأصحابه إلى نوعية أخرى من المعيشة. فقد نتج عن تحرير اليدين سلسلة من المردودات انتقلت ببعض هذه الكائنات إلى البشرية كما نعرفها الآن ومنها:

– أدى تحرير اليدين إلى أماكن استعمالهما فى جمع الغذاء والصيد وحمل أفراد الأسرة وبذلك نشأ مجتمع «القنص والجمع» Hunter-gatherer الذى يقوم فيه الرجال بدور الصيد وتقوم فيه الإناث بدور جمع الأغذية النباتية، وهو أسلوب المعيشة الذى استمر ما يزيد عن مليونى سنة.

– أدى ذلك إلى تكوين الأسرة وتماسكها وساعد على ذلك اختلاف انثى

الإنسان عن غيرها من اناث الثدييات بقبولها الجنس فى أى وقت على عكس غيرها من الثدييات التى لا تقبل الجنس الا عند التبويض (احيانا مرة كل ستة أشهر) وقد يكون مما ساعد على ذلك ايضا اختلاف اسلوب الممارسة الجنسية عن باقى الثدييات (وجهها لوجه).

– امكن بذلك تحرير مقدرة المخ على النمو: فقناة الولادة الموجودة فى حوض انثى الفقريات تحدد حجم الرأس وبالتالي وزن المخ. ولكن أمكان حمل الغذاء باليدين وتكوين الأسرة حقق الظروف التى تمكن من اطالة فترة الحضانة ولدة سنوات إلى أن يكتمل نمو المخ ليصل إلى وزن اكبر.

– بدأ استعمال اليدين فى صناعة «تكنولوجيا» للصيد وقطع الجلود وذلك بشطف الاحجار وتشكيلها بحيث تصبح أكثر كفاءة فى هذه العمليات. وقد ادى ذلك إلى أن يصبح «الذكاء» خاصية ايجابية تساعد على البقاء وتزداد وتتعمق بالانتخاب الطبيعى.

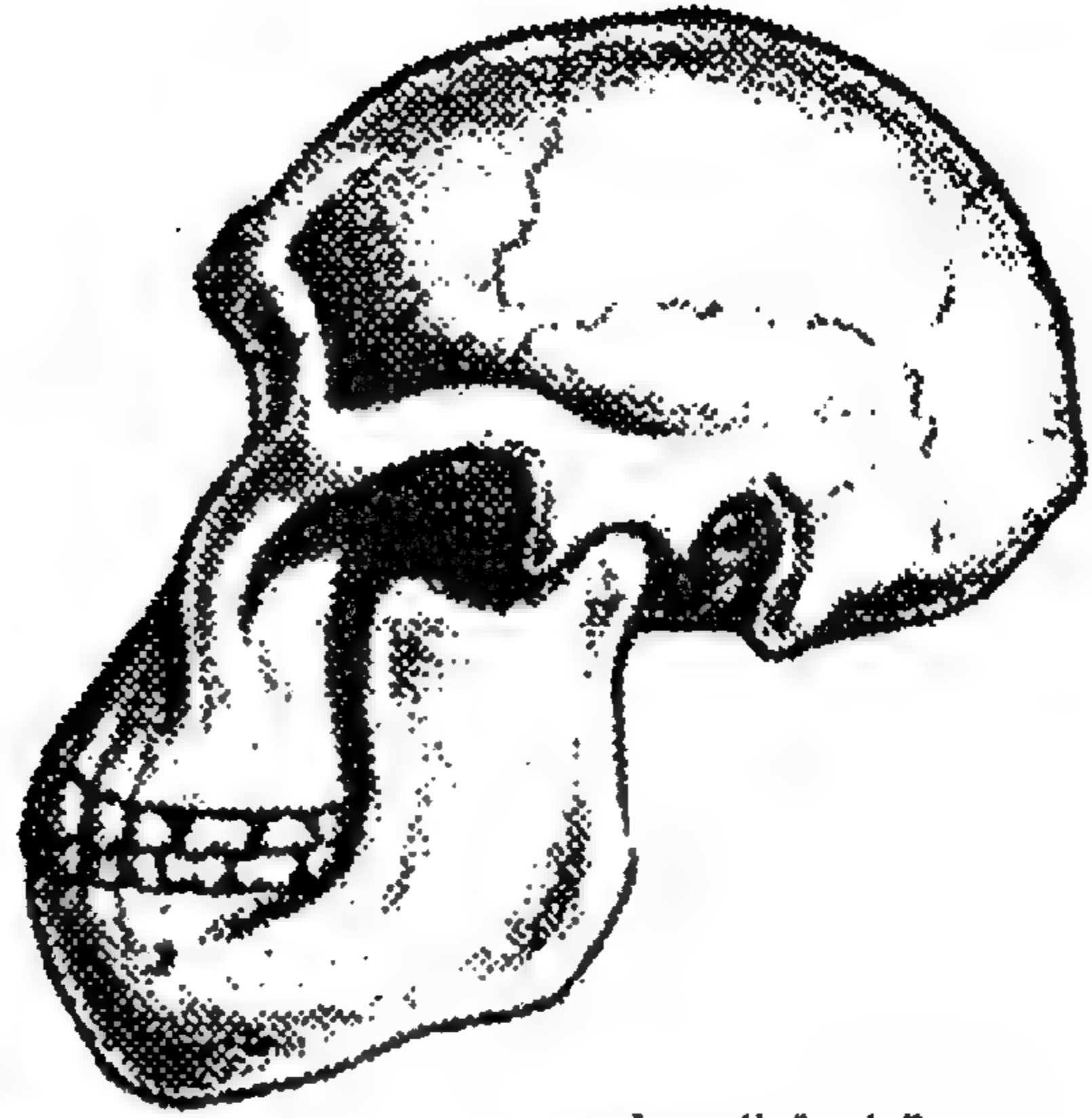
– امكن باستعمال الآلات استخراج اللحم من جثث الحيوانات الميتة أو المقتولة أو حتى صيد صغارها، ثم نقل لحمها إلى الأسرة وبذا امكن توفير نوعية من الغذاء أكثر ثراء وكفاءة من الأغذية النباتية.

– استعملت اليدان فى الإشارة والاتصال. وكان اكتساب هذه المقدرة مع استعمال عضلات الوجه فى التعبير بداية للمقدرة على الاتصال التى تطورت بعد ذلك باستعمال اصوات الحنجرة إلى ظهور اللغة.

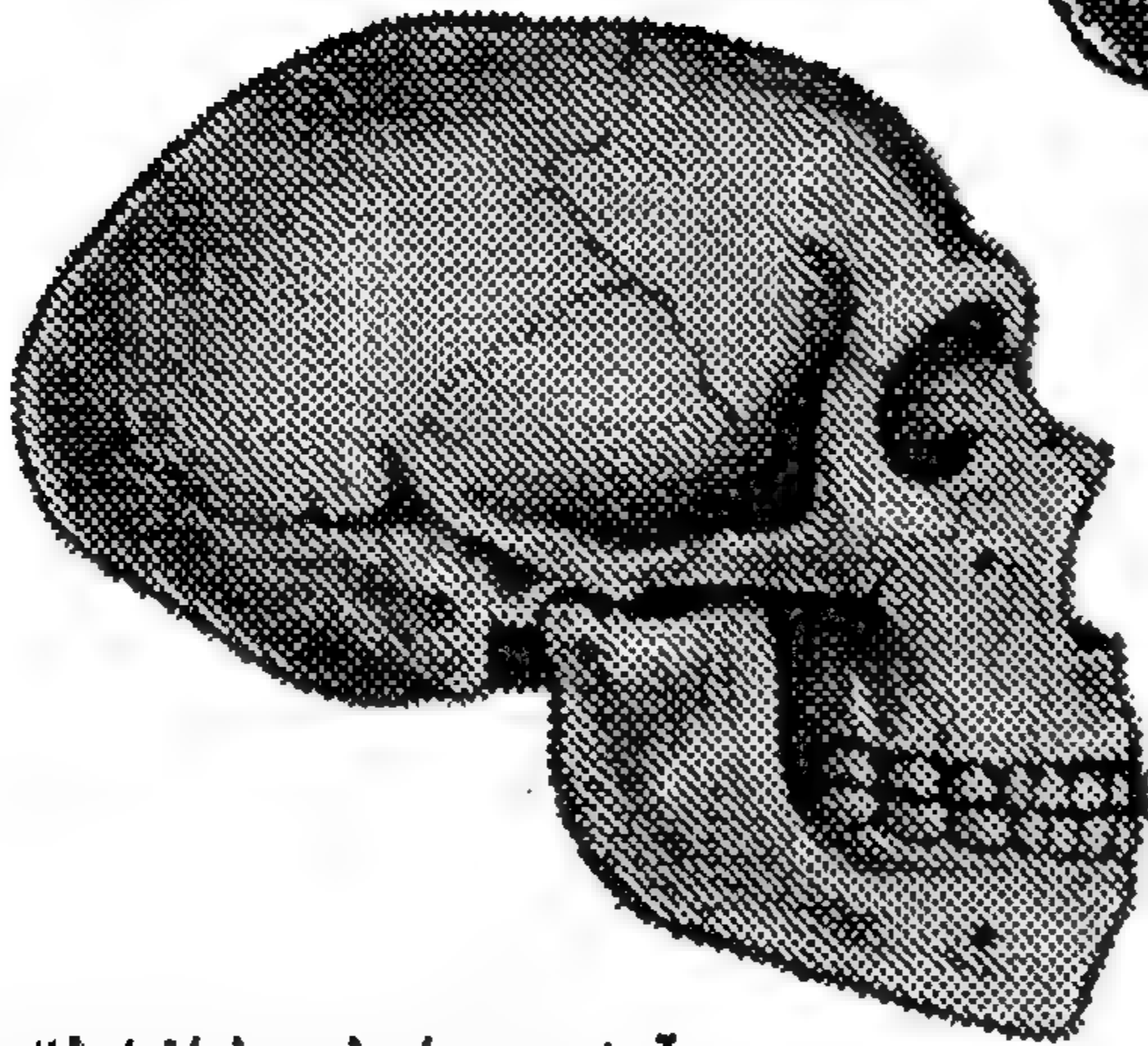
كان الإنسان نو القامة المعتدلة «أركتس» أول من خرج من الهومينيد إلى خارج افريقيا منذ حوالى مليونى سنة، وانتشر فى كافة ارجاء المعمورة، وقد وجدت مئات من الحفريات التى تمتلئ: وجدت جماجمه فى الصين (فيما يطلق عليه اسم إنسان بكين) ووجدت فى اندونيسيا (إنسان جاوة) ووجدت فى كينيا والحبشة واوغندة والجزائر..

وكان من أكثر الاكتشافات اثارة، اكتشاف «صبى توركانا» الذى اكتشفه ريتشارد ليكى Richard Leakey قرب بحيرة تور كانا فى كينيا عام ١٩٨٤،





جمجمة استرالوبيثيكوس



جمجمة هوموسابينس نياندارتاليس



جمجمة هوماسابينس سابينس

وقد كانت عظام الصبي كاملة تقريبا وثبت منها أن الهومو ايريكٲس كان طويل القامة (١٨٠سم تقريبا) على عكس ما تصوره البعض وكان عمره مليون وخمسمائة ألف سنة.

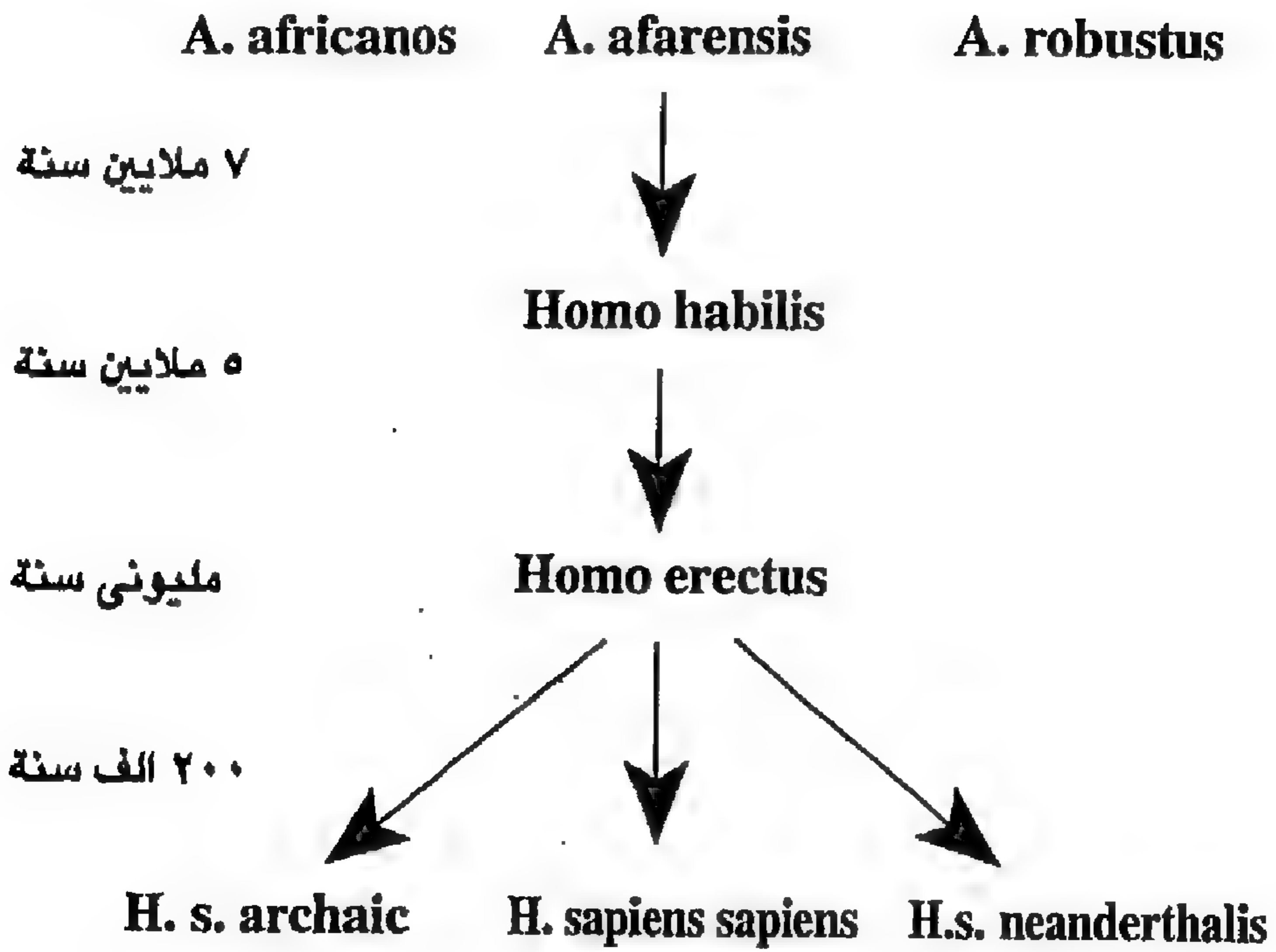
وقد تمكن هذا الإنسان من صنع الآلات الحجرية ومن استعمال النار وإقام أول مجتمعات القنص والجمع Hunter - gatherer . ولا يختلف هذا الإنسان عن الجنس البشري المعاصر إلا بحجم المخ. ويمثل هذا الإنسان ما أطلق عليه اعداء نظرية التطور اسم «الحلقة المفقودة» وما زال البعض يصدعنا بهذه الحلقة حتى الآن.

وفجأة، ومنذ ما يقرب من مائتي ألف عام، اختفى الهومو اركٲس تماما، وحل مكانه الجنس البشري كما نعرفه الآن، الإنسان العاقل «هومو سابينس» Homo sapiens في جميع أرجاء الكوكب. ظهر منه أولا الجنس البشري البدائي Homo sapiens archaic ، وظهر نوع آخر في أوروبا وجدت هياكل منه في منطقة المانية تدعى نياندرتال Neanderthal وكان هذا الإنسان فيما يبدو أقل مهارة من الجنس البشري المعاصر وأطلق عليه اسم «هومو سابينس نياندرتاليس» Homo sapiens, neanderthalis. وظهر كذلك الإنسان المعاصر بكافة خواصه وأطلق عليه اسم Homo sapiens, sapiens. ويفرض الاختفاء السريع للاركٲس وظهور السابينس مكانه مفضلة للعلماء. والسؤال هو : هل خرج السابينس من أفريقيا وهاجر إلى أرجاء المعمورة وقضى على مجتمعات الاريكٲس؟ أم هل تطور الاركٲس في كل منطقة على حدة إلى السابينس؟ وهناك أدلة وراثية على صحة الفرض الأول مستمدة من دراسة المادة الوراثية.



## تلخيص مبسط لتاريخ الجنس البشري

### Australopethicus



هذا هو الإنسان العظيم.

هذا هو وريث أربعة آلاف مليون سنة من الانتخاب الطبيعي.

هذا هو ابن القارة العظيمة افريقيا، مهد الإنسانية وام الحضارات الرائعة  
بنين ومصر.

هذا هو نتاج هذا القارة التي نهبت مرات ومرات: مرة بخطط الايدي  
العاملة واستعبادها بوحشية للخدمة اللا إنسانية، ومرة بالاستعمار ومرة  
بالتدخل الاجرامى وخلق الصراعات فى انجولا وموزامبيق والصومال  
والسودان ورواندا والكونجو والشرق الأوسط، لنهب الثروات المحلية من الماس  
والبتروى والذهب، ولتصدير السلاح والكوكا كولا والهمبورجر.

هذا هو المخلوق الرائع العظيم المهدد الآن بفساد البيئة الناتج عن  
التسابق المجنون على الثراء الفاحش والسلطة المجنونة.

وستستيقظ البشرية للتخلص من وحشية بعض ابنائها.



## ١٢ - كلام ... عن الكلام

ولكن، كيف نشأ الكلام؟

يختلف الجنس البشرى عن ارقى الحيوانات بحوالى ٢٪ من جيناته، وينبغى ألا ننظر إلى الاختلافات فى الجينات نظرة كمية فقط، ففى اغلب هذه ال ٢٪ يكمن سر التفوق الشاسع للجنس البشرى على غيره من الحيوانات: اذ يتركز تأثير هذه الجينات فى نمو ضخم للقشرة المخية، التى تضيف بدورها إلى مخازن المعلومات الموجودة فى ال د.ن.ا. مخزنا آخر يمكن أن يتسع لحوالى عشرة تريليونات (واحد وإيمته ١٢ صفر) معلومة Bit. ويختلف هذا المخزن عن مخازن ال د. ن. ا. فى خاصيتين: فهو أولا يخزن المعلومات بطريقة كهروكيميائية Electro chemical على خلاف ال د.ن.ا. الذى يخزنها كيميائيا. وهو ثانيا يخرج إلى الحياة فارغا وتتولى الأسرة والبيئة المحيطة والقراءة والتعليم والتدريب توفير المعلومات التى يخترنها. ومن هنا يتضح أن الإنسان الذى لايتولى «رعاية» هذه المخازن ولا يملأها بالمعلومات المفيدة قد يفقد اغلب مبررات آدميته.

وتوجد بالمخ مراكز متخصصة لوظائف معينة، معدة بتوصيلاتها لأدائها. ومن اهم هذه المراكز وأكبرها مراكز اللغة - تفكيراً ونطقاً وسمعا وتفهما. وتضع «اللغة» فارقا جوهريا بين الإنسان وغيره من الكائنات. فهى تصبح داخل المخ معادلا شخسيا للعالم المحيط، وهى إلى جانب ذلك، تمكن الإنسان من أن يكون له تاريخ وأن يكون له حاضر أن يخطط للمستقبل، وعلاوة على ذلك كله، فإن اللغة تعتبر وسيلة أساسية للتفكير خصوصا فيما يتعلق بالأفكار المجردة. ومن هنا فإن تخلف لغة ما عن مواكبة العصر تؤدى إلى تخلف

موازي في الفكر. وبالإضافة طبعا إلى أن اللغة هي أهم وسائل الاتصال.

وقد حدثت قفزة كبيرة في السنوات الأخيرة في رسم خريطة للمخ البشري. كانت الوسيلة الوحيدة لاداء هذه المهمة في الماضي هي بدراسة تشريح المخ بعد الوفاة وربط الملاحظات بالامراض السابقة. فهكذا اكتشف الجراح الفرنسي بروكا Paul Broca (١٨٢٤ - ١٨٨٠) مركز الكلام في النصف الايسر من المخ في اغلب البشر. ولكن الدراسات تتم الآن بحقن إنسان بأكسجين مشع، ثم ادخال رأسه في جهاز يحدد اماكن تركيز الأكسجين، وعندما يزداد النشاط في مركز ما فإن ازدياد استهلاك الأكسجين يتضح على خريطة المخ. وتبدأ الدراسة بعمل خريطة للحالة «الخاملة» للمخ. ثم تعرض على شاشة كلمات يقرأها الإنسان موضوع التجربة صامتا، وتسجل حالة نشاط المخ، ثم يقرأها بصوت مرتفع وتسجل الحالة ايضا، ثم بعد ذلك يكلف بأن يربط فعلا ما بكل اسم يعرض عليه: فإذا عرض عليه كلمة «قلم» مثلا، قال «كتب» وخلال هذه العمليات يسجل الجهاز نشاطات المخ المختلفة. وهكذا أمكن معرفة الكثير عن وظائف المخ، وبذا أمكن تشخيص العديد من الامراض التي تصيب الإنسان بدقة، تمهيدا للعلاج.

وقد اهتم الإنسان منذ القدم بدراسة اللغة. وخلال القرن العشرين تركزت هذه الدراسات في علوم اللغويات Linguistics حول بعض نواحي الكلام مثل الصوتيات Phonetics ومعاني المفردات Semantics، وتركيب العبارات Syntax.

ففي مجال الصوتيات مثلا قسمت الحروف إلى حلقية - أي من الحلق (ح خ ه) - ولسانية - أي من سقف الحلق (ر، ز، س، ش، ص) - وشفوية - أي من الشفاه (ب، ف، م)، وقد اتضح منذ بدء الدراسات أن بعض هذه الصوتيات قد يكون مرتبطا بمعنى معين. فحرف ال «م» مرتبط في كل اللغات بالأم (أم، mother, mere, madre) وحرف الباء مرتبط بالأب (أب، father pere padre, {F=P}). وهناك زعم بأن حروف الجم "G" في اللغات



الغربية يرتبط بالكبر والضخامة (big, great)، وهناك في كلاسيكيات اللغة العربية دراسات عن الحروف الحلقية (ق ، ع) وأن الكلمات التي تحتويها معا تختلف في معانيها حسب اسبقية ايهما للآخر.

**وفي مجال المفردات،** فإن هناك الآن دراسات عن تشويه بعض الحروف في الكلمات واختلاف ترتيب الحروف (أرانب - انارب، ملعقة - معلقة) وقد دلت هذه الدراسات على أن العديد من اللغات الاوروبية لها اصول سنسكريتية هاجرت إلى أوروبا مع هجرة الجنس الاندو آرى من شمال غربى الهند إلى أوروبا.

وبينما تبقى الصوتيات وتركيب الجمل تقريبا ثابتة على مدى السنين، فإن المفردات تتطور يوما بعد يوم وتتطبع بطباع اصحابها وتؤثر في حياتهم. فلغة الاسكيمو مثلا تحتوى على العديد من الكلمات التي تعبر عن الثلج. واللغة العربية تحتوى على كلمات عديدة التي تعبر عن الناقة وتختلف حسب حجم اللبن الذى تفرزه، كما تحتوى على العديد من الكلمات التي تعبر عن الأسد أو السيف، واللغة الانجليزية الحديثة تحتوى على العديد من الكلمات التي تعبر عن العمليات الدقيقة كاشفة لموضوع «الدقة»، منها مثلا: . Precise, accurate, sensitive, specific, etc.

وافتقار لغة ما إلى المفردات التي تعبر عن المعانى الحديثة أو توقفها عن النمو والتطور لابد أن يؤدي في النهاية إلى توقف الفكر عموما عن التقدم والتطور. ولذا، فقد كان أكبر اخطائنا في حق لغتنا هو عدم استعمالها في تدريس العلوم مما أغلق الباب أمام تطورها وتقدمها وكأئنا فعلنا بلغتنا ما كان الصينيون القدماء يفعلونه باقدام بناتهم بوضعها في احذية من حديد.

أما عن **دراسة تكوين العبارات Syntax** فلعل اهم الدراسات في هذا المجال هي دراسات مدرسة ناعوم تشومسكى Noam Chomsky في معهد ماساشوستس للتكنولوجيا M. I. T.

ولقد قفزت مدرسة تشومسكى بعلوم اللغويات قفزة خطيرة لعب هو شخصياً دوراً كبيراً فيها. فهو إلى جانب تخصصه، عالم بالرياضيات

والفلسفة وعلم النفس وهو إلى جانب هذا كله إنسان مثقف صاحب مدرسة سياسية متميزة بالتعاطف مع بلاد الجنوب عموماً (خصوصاً مع القضية الفلسطينية) وبمهاجمة الرأسمالية الأمريكية المتوحشة.

وكان من أهم ما أضافته مدرسة تشومسكى للغويات فكرتين هامتين مبنيتين على دراسة واسعة للغات الجماعات المختلفة:

**الأولى هي الاجرومية** الخلاقة Generative grammar وبها اثبت تشومسكى (ما اثبتته دراسة خرائط المخ فيما بعد) أن الطفل يولد ومعه معد وراثيا لتكوين جمل صحيحة ذات معنى فى مرحلة مبكرة من عمره. فبمجرد تلقيه لبعض المفردات وبعض العبارات يصبح قادراً على تكوين ما لا نهاية له من الجمل صحيحة التركيب.

وتتم هذه العملية فى مرحلة مبكرة منذ العمر وتصبح هذه اللغة هي «اللغة الأم». ولعل هذه الحقيقة العلمية توضح عبثية محاولة التخلص مما يطلق عليه اسم «اللغة العامية» بحجة أنها لغة منحطة وأنه ليس لها قواعد. فليست هناك لغة بلا قواعد. واللغة العامية هي ما يتحدث به وما سوف يتحدث به الشعب لعشرات من السنين المقبلة. فهي «اللغة الأم» التي يتعلمها أبناؤنا فى السنوات المبكرة فى مرحلة تكوين الاجرومية الخلاقة Generative grammar.

**الثانية هي الاجرومية** العالمية Universal grammar وبها أثبت تشومسكى أن الجنس البشرى بأكمله يتفاعل مع اللغة باجرومية متطابقة موروثية وينطبق هذا على القبائل البدائية التي لم تختلط بغيرها فى جنوب شرق آسيا وعلى لغة الإشارات للبكم، وعلى لغات أطفال العبيد المختطفين من جهات مختلفة من أفريقيا والذين يضطرون لاختراع لغة خاصة بهم (ومنها Pidgin English and Creole)، فكل هؤلاء يصنعون جملهم بطريقة متشابهة تطوع وتخضع جزئياً للظروف المحيطة.

ولكن متى نطق الإنسان بالكلام؟

والإجابة عن سؤال متى تعلم الإنسان الكتابة سهلة، فأقدم الكتابات



عمرها حوالى عشرة آلاف سنة. أما الإجابة على سؤال متى تكلم الإنسان فهي عملية فى منتهى الصعوبة - فلا توجد «حفريات كلامية» يمكن بها تحديد بدء تطور هذه المقدرة.

ومراكز اللغة موجود أهمها تحت بروز فى النصف الأيسر من المخ : (منطقة بروكا) وقد وجدت علامات فى جماجم الهومو هابيلس (الذى سبق الهومو اركتس) تثبت وجود هذه المنطقة فى مخ هذه الكائنات مما يشير إلى نشأة المقدرة على الكلام قبل أكثر من مليونى عام.

ولكن اللغة تتطلب، إلى جانب مراكز المخ، تشكيلاً معيناً للحنجرة يؤدي إلى إنخفاض مستوى الحبال الصوتية، وهى خاصية موجودة فى الإنسان فقط. وصعوبة دراسة تاريخ بدء هذه الظاهرة واضحة : فليست هناك أى حفريات تحدد مكان الحبال الصوتية وتاريخ اكتسابها لموضعها الحالى اللازم للكلام. وقد حل علماء التشريح المقارن - Comparative anat-omy هذا اللغز، فقد أكتشفوا أن تغيير موقع الحنجرة يصحبه تغيير فى شكل ثقب قاع الجمجمة Foramen magnum وثبت بذلك أن الكلام خاصية لم يكتمل نموها إلا بظهور الهومو سابينس، بل ثبت أن الهومو سابينس نياندرتاليس كان يفتقد هذه المقدرة.

ويبدو من هذه الدراسات أن «اللغة» عملية معقدة سبقها ما يمكن أن يكون وجود مراكز «تقييم» داخل المخ للبيئة المحيطة ومن الممكن أن يكون مركز بروكا (الموجود فى الهوموسابينيس) مسئول عن هذه العملية. وقد تكون المرحلة الثانية فى تطور المقدرة على الكلام هى مرحلة «الاشارات» الأكثر تعقيدا باليد والوجه والتي قد يصحبها بعض الاصوات ( لبعض القرودة الصغيرة صيحات ثلاث مختلفة ينبه احدها إلى وجود ثعبان والآخر إلى وجود نسر طائر والثالث إلى وجود نمر يقترب، وكل منها تتطلب من باقى القردة اجراءات مختلفة).

وتلت مرحلة الاشارات والاصوات مرحلة الكلام التى تطلبت كما اوضحنا من قبل موقعا معيناً للحنجرة لم يكتمل إلى بظهور الهوموسابينس سابينس . Homo sapiens, sapiens





### ١٣ - خاتمة

كان علم البيولوجيا قبل رحلة البيجل سداً مباحاً مباحاً لكل مغامر وأفاق. وكان يقتصر على الوصف الخارجى للمخلوقات مع اضافة الكثير من التوابل الخرافية. فكانت هناك مخلوقات برؤس متعددة وطيور باربعة ارجل وتنينات تخرج من فمها النيران. وكان يمارس هذا العلم فى الكثير من الأحيان امراء وملوك هواة يلهون به ليملاؤا فراغ حياتهم وليضيفوا مجموعاتهم ومذاكرتهم إلى ما يجمعوه من مهرجى البلاط وعازفى الموسيقى. وبلغت بهم الجرأة فى تحدى الحقيقة أن زعم احدهم أنه اثبت أن طيور الاوز المهاجر تنمو على الأشجار فى مناطق بعيدة.

هكذا كان علم البيولوجيا قبل رحلة البيجل.

وبعد رحلة البيجل تأصل العلم ووضع على قواعده الثابتة، وربطت المعرفة بين أشكال الحياة المختلفة، واخذت النظرية من العلم ادلة جديدة، واخذ العلم من النظرية توجهها سليماً، ونمت شجرة المعرفة واثمرت كل ما نراه من تكنولوجيا متقدمة من زراعة الأعضاء إلى عمليات القلب المفتوح إلى دراسات البيئة إلى الهندسة الوراثية.

فكل مريض تجرى له عملية فى القلب مدين لرحلة البيجل...

وكل مريض يتعاطى انسولين بشرى لعلاج السكر مدين لرحلة البيجل...

وكل مريض يتعاطى انترفيرون مدين لرحلة البيجل...

وكل مريض تنقل له كلى أو كبد أو قلب أو رئة مدين لرحلة البيجل...

وهكذا يكون حب الإنسانية والتفانى فى خدمتها.





## أهم المراجع

The Origin of Species, Charles Darwin, Jan. 1872 Reprinted by Mentor 1958.

From Fish to Philosopher, Homer W. Smith, Ciba Edition, 1959.

Life Nature Library: Evolution, Time - Life International (Nederland) N. V. 1984.

Cosmos, Carl Sagan, Random House, New York 1980.

Origins Reconsidered, Richard Leakey and Roger Lewin, Anchor Books Doubleday, New York 1992.

The Unnatural Nature of Science, Lewis Wolpert, faber and faber, London  
Boston, 1993.

عصر العلم - سمير حنا صادق. الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٢.

The Language Instinct, Steven Pinker, Penguin Books, 1995.

رحيق السنين - سمير حنا صادق. كتاب الأمل، يناير ١٩٩٦.





## فهرس

٣	مقدمة
٥	١ - صاحب النظرية ورحلته.
٩	٢ - النظرية.
١٣	٣ - تأثير الإنسان على الخواص الوراثية للأحياء الأخرى.
١٩	٤ - خمسة عشر مليون سنة... فى سنة.
٢٣	٥ - مندل.
٢٩	٦ - كروموسومات وجينات.
٣٣	٧ - السلم الخلزوني.
٣٧	٨ - التكاثـر.
٤٣	٩ - تشابهات واختلافات.
٤٧	١٠ - الديناصورات.
٥١	١١ - مهد الإنسانية.
٥٩	١٢ - كلام... عن الكلام.
٦٥	١٣ - خاتمة.
٦٧	أهم المراجع.







المركز المصري العربي ٦٠٧-٨١هـ

رقم الإيداع

٩٧ / ٢٢٠٢

---

الترقيم الدولي

977 - 235 - 756 - 9





## الكاتب في سطور

- أ.د. سمير حنا صادق

- الرئيس الأسبق لأقسام التحاليل الطبية

- بكلية طب جامعة عين شمس.

- نائب رئيس الجمعية المصرية للطب المعمل.

- عضو لجنة الثقافة العلمية

- بالمجلس الأعلى للثقافة.

- فاز كتابه «عصر العلم» بجائزة أحسن

كتاب عن العلم في المعرض السنوي

للكتاب في اليوبيل الفضي للهيئة

المصرية العامة للكتاب.

stx.  
1 09  
125  
3

Bibliotheca Alexandrina



02688947